

Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el modelamiento del río Ucayali  
Identificación de los cambios y su influencia ambiental (Sector Pucallpa)



**Carlos Meza Arquínigo**

**Aplicación del Sistema de  
Información Geográfica (SIG)  
en el modelamiento del  
río Ucayali**

Identificación de los cambios y su influencia  
ambiental (Sector Pucallpa)

LIMA, PERÚ  
2010

Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG)  
en el modelamiento del río Ucayali  
Identificación de los cambios y su influencia ambiental (Sector Pucallpa)

© Carlos Meza Arguínigo

Lima, febrero de 2010

ISBN:

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°

Impreso en el Perú

# Índice

<b>Presentación</b>	15
<i>Carlos Peñaherrera del Águila</i>	
<b>Prólogo</b>	19
<i>Néstor Montalvo Arquíñigo</i>	
<b>Introducción</b>	23
<b>Resumen</b>	25
<b>I. Generalidades</b>	
1. Planteamiento del problema	27
2. Justificación e importancia	27
3. Limitaciones	28
4. Formulación de las hipótesis	28
5. Objetivos generales	28
6. Objetivos específicos	28
<b>II. Marco teórico y referencial</b>	
1. Antecedentes	31
2. Conceptos generales y definiciones	32
3. Enfoque técnico	33
3.1 Modelo	33
3.2 Modelamiento cartográfico	33
3.3 El sistema información geográfica	33

3.4 Modelamiento	34
3.5 Conflicto ambiental	39
3.6 Riesgo ambiental	40
3.7 Ordenamiento ambiental	40
3.8 Gestión ambiental	41

### **III. Materiales y métodos**

1. Materiales, equipo y programas	43
1.1 Materiales	43
1.2 Equipos	43
1.3 Programas	43
2. Métodos	44
2.1 Trabajo de pre campo	44
2.2 Trabajo de campo	44
2.3 Automatización de la información	45

### **IV. Diagnóstico**

1. Ubicación y localización del área de estudio	47
2. Principales características del ámbito de estudio	48
2.1 Clima	48
2.2 Hidrografía	50
2.3 Geología	52
3. Unidades litoestratigráficas	53
3.1 Formación Ipururo	54
3.2 Formación Ucayali	54
3.3 Depósitos aluviales	56
Depósitos aluviales (qpl-al1)	56
Depósitos aluviales (qpl-al2)	56
Depósitos aluviales (qpl-al3)	56
3.4 Depósitos fluviales	57

4.	Geomorfología	57
4.1	Formas de relieve	58
	– Paisaje aluvial	58
a.	Llanura de inundación o de desborde	58
a.1	Complejo de orillares	58
	– Complejo de orillares reciente	60
	– Complejo de orillares antiguo	61
a.2	Dique o albordones naturales	61
a.3	Meandros abandonados	61
	– Meandros abandonados antiguos	61
	– Meandros abandonados recientes	62
a.4	Islas y bancos de río	62
a.5	Terrazas inundables	62
	– Terrazas inundables con drenaje pobre	62
	– Terrazas inundables con drenaje muy pobre	62
b.	Llanura de sedimentación	63
b.1	Terrazas	63
	– Terrazas con drenaje moderado	63
b.2	Terrazas onduladas	63
4.3	Procesos morfodinámicos	65
5.	Cobertura vegetal	65
5.1	Los aguajales	65
5.2	Áreas deforestadas	66
5.3	Bosque húmedo de colinas bajas	66
5.4	Bosque de llanura inundable meándrica	67
5.5	Bosque húmedo de terrazas medias	67
5.6	Pantanos	67
6.	Aspectos humanos	67
6.1	Distribución poblacional	67
a.	El área urbana	68
	La ciudad de Pucallpa	68
	Yarinacocha	69

b. El área rural	70
6.2 Aspecto socioeconómico	70

## **V. Ingreso de datos y procesamiento de la información**

1. Ingreso de la información espacial y tabular	75
1.1 Digitalización manual, georreferenciación y topología	75
1.2 Escaneo, vectorización, georreferenciación y construcción de topología	76
2. Edición	77
3. Enlace de la base de datos gráfico y tabular	77
4. Producción cartográfica	78
5. Análisis de la información y procesamiento	78
5.1 Información básica	78
5.2 Información referencial	79

## **VI. Estructuración y modelamiento**

1. Delimitación del área de estudio	81
2. Valoración de las variables	83
2.1 Unidades litoestratigráficas	83
2.2 Unidades geomorfológicas	85
2.3 Cobertura vegetal	89
3. Ponderación de las variables	91
4. Operaciones con las capas	92
5. Control	95
6. Dinámica del cauce principal del río Ucayali	95
7. Vulnerabilidad de los centros poblados rurales y urbanos	100

## **VII. Análisis de los resultados**

1. Integración de las variables	103
2. Cambios del curso del río Ucayali e impacto ambiental	105

2.1 Cambios del curso del río Ucayali	105
2.2 Impacto ambiental	107
– Percepción ambiental	107
3. Riesgos de los centros rurales y urbanos	111
a. El riesgo por inundación fluvial	111
b. Los centros poblados rurales	111
c. Los centros poblados urbanos	112
4. Propuesta de ordenamiento ambiental	112
<b>VIII. Conclusiones y recomendaciones</b>	117
<b>IX. Glosario</b>	121
<b>X. Bibliografía</b>	125
<b>Mapas</b>	
Mapa 1. Ubicación	47
Mapa 1a. Ubicación	82
Mapa 2. Unidades litoestratigráficas	84
Mapa 3. Unidades geomorfológicas	86
Mapa 4. Cobertura vegetal	90
Mapa 5. Cobertura poblacional	71
Mapa 6. Peligros	94
Mapa 7. Vulnerabilidad	101
Mapa 8. Cambios del curso principal del río Ucayali	96
Mapa 8a. Cambios del río	97
Mapa 9. Evolución del curso principal del río Ucayali	98
Mapa 10. Tramos estables del curso principal del río Ucayali. 1986-2003	99
Mapa 11. Riesgos	113



## AGRADECIMIENTOS

*Al Dr. Néstor Montalvo Arquíñigo, profesor principal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por su asesoría.*

*A la Dra. Alida Díaz Encinas, profesora principal de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por sus recomendaciones.*



## Presentación

**E**l presente libro, aporte importante a la geografía nacional, es obra del geógrafo y magíster Carlos Meza Arquíñigo, catedrático de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Escuela Académico Profesional de Geografía, Facultad de Ciencias Sociales) en donde dicta los cursos de Sistema de Información Geográfica, Taller de Sistema de Información Geográfica, Geografía Física, entre otros, desde hace ya más de veinte años.

Tal como el autor señala en la introducción, su libro «es una aplicación de los modelos y las técnicas modernas del Sistema de Información Geográfica (SIG) en un sector del curso medio del río Amazonas que se denomina río Ucayali». Es un trabajo pionero basado en investigaciones bibliográficas precedentes y en la utilización de imágenes de satélite con las que establece el modelo matemático que le permite obtener valiosa información para formular hipótesis y objetivos que le facilitaron tener, previa comprobación con trabajos de campo realizados en la zona de estudio, un conocimiento integral del espacio en su aspecto físico, ambiental y biológico e incluso el humano en los ámbitos urbano y rural, delimitados mediante coordenadas geográficas.

Conviene destacar que se trata de un trabajo de investigación moderno, cuya aplicación es necesario divulgar para mejorar, cada vez más, el conocimiento de nuestro país en su conjunto y también a nivel regional, pues se trata de un sector de nuestra Amazonía cuya importancia nacional y mundial se destaca cada vez más en los círculos académicos y científicos. Es un mundo donde la globalización permite conocer los espacios de nuestro «pequeño planeta azul», la tierra ocupada ya por más de seis millones de habitantes que requieren tener conocimientos sobre la biodiversidad de zonas en las que existen, además, recursos como el agua, los suelos y, en forma general, medio ambiente favorable para disfrutar y dejar como herencia a las futuras generaciones que deben mejorar cada vez sus condiciones de vida.

El presente libro debe crear un interés científico para utilizar cada vez más el Sistema de Información Geográfica, tener en cuenta su importancia para programar el desarrollo de las diversas regiones del país y formar equipos multidisciplinarios que garanticen un desarrollo integral y sostenible. Asimismo, debe ser el inicio de investigaciones en nuestra Amazonía —donde este gran río es el eje del mayor sistema hidrográfico de nuestro planeta, pues está conformado por afluentes y sub-afluentes con ecosistemas que es indispensable estudiar— que nos permitan utilizar racionalmente sus variados recursos en beneficio de la población no solo del ámbito nacional, sino también de los países amazónicos y de los que habitan nuestro planeta.

Su contenido. En 103 páginas y diez títulos nominados con números romanos desarrolla los siguientes temas, además de la introducción y el resumen en 17 páginas.

I. Generalidades, comprende: Planteamiento del problema, justificación e importancia, limitaciones, formulación de las hipótesis. Objetivos generales y específicos.

II. Marco teórico y referencial, con los siguientes títulos: antecedentes, conceptos generales y definiciones. Enfoque técnico, desarrollando el modelo de simulación, predicción y decisión, modelamiento cartográfico, el sistema de información geográfica (SIG) que lo define en forma clara, modelamiento. Generalización cartográfica que incluye gráficos, análisis espacial, herramientas de análisis, generalización con un ejemplo de espacios urbanos, residencial, industrial; rural, forestal y agricultura; herramientas de medición, operaciones aritméticas, operaciones lógicas, Disolve, con ejemplos gráficos, Clip, unión de dos coberturas, también con ejemplos gráficos; conflicto ambiental, riesgo ambiental, ordenamiento ambiental y gestión ambiental.

III. Materiales y métodos, con dos subtítulos: materiales, equipos y programas. Método donde desarrolló el trabajo de pre-campo y de campo. Automatización de la información con un esquema que comprende la base de datos y el modelamiento.

IV. Diagnóstico, que comprende: Ubicación y localización del área de estudio, que tiene un gráfico de la zona que incluye el río.

Principales características del ámbito de estudio: clima, con un cuadro «litoestratigráfico» en una página, la hidrografía referida a «las crecientes del río», con un gráfico y datos sobre niveles máximos alcanzados, igual que los estiajes o vaciantes del río. La geología con gráficos de tectónica andina, evolución sedimentaria y tectónica de «la cuenca Ucayali», y geología del cuaternario en la zona de estudio. Geomorfología que describe: formas del relieve, paisaje aluvial, llanura de inundación, complejo de orillares. Incluye un cuadro con unidades geomorfológicas y geoformas en el cual se señalan gramadales, tahuampas, meandros activos y abandonados, barrizales, caños, ríos tributarios, islas y playas. También describe los niveles de terrazas existentes. Procesos morfodinámicos: inundación estacional y esporádica, acumulación de materiales en las orillas, socavamiento lateral.

Cobertura vegetal con un cuadro sobre tipo de bosques. Aspectos humanos, con distribución poblacional, área urbana y rural.

V. Ingreso de datos y procesamiento de la información, desarrolla: Ingreso de la información espacial y tabular, digitalización manual, georreferenciación y topología, escaneo y edición. Enlace de la base de datos y gráfico tabular. Producción cartográfica y análisis de la información y procesamiento.

VI. Estructura y modelamiento, donde delimita el área y la valoración de las variables que comprende: unidades litoestratigráficas con dos cuadros, que señalan: parámetros, variables y peso de las variables de 1 a 10. Acompaña un cuadro de «Rango de peligros». Concluye con dinámica del cauce principal del río Ucayali y vulnerabilidad de los centros poblados y zonas urbanas.

VII. Análisis de los resultados, desarrolla la integración de las variables con un cuadro sobre peligro: muy alto, alto, medio y bajo. Cambios del curso del río Ucayali e impacto ambiental que acompaña con los cuadros 14-15 y 16 referidos al avance del río Ucayali, características físicas y químicas de los suelos de bajial reciente y antiguo y ubicación de los lugares. Riesgos de los centros urbanos y rurales. Finaliza este capítulo con una propuesta de ordenamiento ambiental.

VIII. Conclusiones y recomendaciones, 18 y 6 respectivamente.

IX. Bibliografía.

X. Glosario, es importante para que los lectores puedan saber el significado de los fenómenos mencionados en el desarrollo de la obra.

El libro incluye un anexo con trece mapas y un gráfico impreso a color representativo de los diversos fenómenos estudiados.

Los mapas se refieren a los siguientes temas: Ubicación, unidades litostratigráficas, unidades geomorfológicas, cobertura vegetal, cobertura poblacional, peligros, vulnerabilidad, cambios del cauce del río, cambios del curso principal del río Ucayali; tramos estables del curso principal del río Ucayali entre 1986 y 2003, cambios del río, riesgos y un gráfico sobre niveles del río Ucayali en Pucallpa de 1980 a 2003, con máximas, promedio y mínimas.

Concluyo felicitando al autor y espero que su obra, que contiene abundante información científica, sea el inicio de estudios en otros espacios de nuestro territorio, que sirvan para colaborar y apoyar el desarrollo integral y sostenido de la numerosa población peruana que aspira lograr mejores condiciones de vida en el presente y futuro.

DR. CARLOS PEÑAHERRERA DEL ÁGUILA

Profesor Emérito de la Facultad de Geología,

Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas de

la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

## Prólogo

**A**ctualmente, el manejo de la información espacial y estadística tiene gran importancia y permite, junto al avance de los sistemas informáticos (software y hardware), una mayor aproximación al mundo real, conocer sus potencialidades, problemas y limitaciones, y tener un abanico de alternativas sobre el uso del territorio y de los recursos naturales, así como una ocupación ordenada. El conocimiento de estas variables y su integración proporcionan resultados valiosos que sirven para la toma de decisiones en el desarrollo de proyectos sostenibles, y es más importante y satisfactorio cuando se obtiene esta caracterización aprovechando las bondades que ofrecen las tecnologías de la teledetección y el Sistema de Información Geográfica. En este marco, la presente obra, titulada *Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el modelamiento del río Ucayali*, es un aporte valioso para el manejo y análisis de la información geoespacial, cuya autoría corresponde al geógrafo y magíster Carlos Meza Arquínigo, catedrático de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

La observación de la Tierra desde el espacio ha experimentado en los últimos años un vertiginoso desarrollo, y ha llegado a ser un aliado cada vez más importante e imprescindible en el seguimiento de procesos ambientales de gran impacto para nuestro planeta. El deterioro de la capa de ozono, la detección precoz del fenómeno de El Niño, el avance de la desertificación o la deforestación tropical son ejemplos relevantes de las múltiples aplicaciones ambientales que brindan la teledetección y el Sistema de Información Geográfica. Sin embargo, en ésta como en otras nuevas tecnologías, resulta clave realizar un importante esfuerzo en la educación continua. Por esta razón, esta obra, en la que se presentan las experiencias de aplicación de estas tecnologías en nuestra selva —caso del río Ucayali—, reviste especial importancia para la comunidad universitaria. El autor es un profesional que tiene amplia

experiencia en la aplicación y enseñanza de estas tecnologías, este trabajo es producto de su actividad de investigación como docente y de las sugerencias y aportes de otros especialistas.

Con este libro, el autor desea contribuir a la comprensión y aplicación así como obtener los beneficios de estas tecnologías sobre el manejo de la información espacial y estadística. Tal como señala en la introducción, su libro «es una aplicación de los modelos y las técnicas modernas del Sistema de Información Geográfica (SIG) en un sector del curso medio del río Ucayali». Es un trabajo pionero basado en investigaciones realizadas en bibliografía publicada sobre el tema y en la utilización de imágenes de satélite para establecer el modelo matemático con el que obtuvo valiosa información para formular sus hipótesis y objetivos que, previa comprobación con trabajos de campo realizados en la zona de estudio, le permitió tener un conocimiento integral del espacio en sus aspectos físicos y bióticos, así como los aspectos humanos en los ámbitos urbano y rural.

La obra versa sobre una de las tecnologías de la información más poderosas que se está desarrollando para abordar cuestiones relacionadas con el territorio o, de forma más exacta, con el espacio geográfico. Aunque su expansión ha sido constante e intensa a partir de los años sesenta de la pasada centuria, es previsible que prosiga su alto crecimiento en el futuro. Las posibilidades de aplicación provechosa corren en multitud de direcciones, desde el ámbito local al mundial, desde los temas de índole humano a los de carácter físico-ambiental. La versatilidad de estas tecnologías es tal que cada cierto tiempo se descubren nuevos tipos de aplicaciones, que suponen un valor añadido para los agentes involucrados y ofrecen oportunidades de negocio y de empleo.

Los SIG se han convertido en una herramienta esencial para el manejo y tratamiento de los datos geográficos en multitud de aplicaciones y problemas prácticos: gestión de grandes infraestructuras físicas, realización y explotación de grandes bases de datos catastrales, planificación urbana, zonificación ecológica económica, ordenamiento territorial, manejo de problemas del transporte, sistemas de ayuda a la navegación, entre otros.

En la actualidad, una de las tendencias evolutivas y de desarrollo de esta herramienta es la de aumentar y mejorar notablemente sus funciones de aná-

lisis y de modelado, lo que ocasiona, a su vez, la necesidad de elaborar nuevos textos, nuevos manuales de estudio y de enseñanza, donde estas nuevas funciones, en algunos casos bastante complejas, queden explicadas e integradas dentro de la herramienta SIG. Estas bondades del SIG en el análisis y modelamiento espacial fueron aplicadas con los controles de campo para llegar a resultados que representen y se aproximen más al mundo real.

El propósito de esta obra no es estudiar los fundamentos teóricos que subyacen en los sistemas de información geográfica, sino sus aplicaciones al estudio y a la resolución de problemas relacionados con el medio ambiente, pero se ha considerado conveniente dedicar los primeros capítulos a explicar, de la forma más escueta posible, aquellas cuestiones teóricas imprescindibles para poder hacer uso de estos sistemas, especialmente aquellos que se refieren a las funciones de análisis espacial, y luego abordar el ámbito de estudio: el clima, la hidrografía, la geología, la geomorfología, los procesos morfodinámicos, la cobertura vegetal y los aspectos humanos, con distribución poblacional en el área urbana y rural, asimismo, las etapas del análisis y modelamiento espacial dirigido a explicar la dinámica del cauce principal del río Ucayali y la vulnerabilidad de los centros poblados y las zonas urbanas.

El propósito del autor es presentar las experiencias y la aplicación de las tecnologías modernas, la Teledetección y el Sistema de Información Geográfica, en el estudio y la aproximación al mundo real que contribuya a la generación y desarrollo de proyectos sostenibles, además de ser un aporte para los estudiantes de las universidades, profesionales y otros interesados en conocer las bondades de estas tecnologías.

Lima, setiembre 2009

DR. MSc. ING. NÉSTOR MONTALVO ARQUÍNIGO

Profesor Principal de la Facultad de Ingeniería Agrícola y  
de la Escuela de Post Grado - Especialidad Ingeniería de Recursos Hídricos  
de la Universidad Nacional Agraria La Molina



## Introducción

**E**l papel del geógrafo ha sido estudiar aspectos relacionados con la información esencial sobre la localización exacta de los acontecimientos y la información ambiental de la calidad de áreas particulares. Sin embargo, hoy en día la preocupación principal es la organización de los espacios para lograr el mejor uso de las áreas, por ejemplo ¿dónde debe situarse una nueva ciudad modelo?, ¿cuál es la mejor ubicación para una fábrica en una ciudad?, ¿cuáles son los mejores suelos para el uso intensivo?, etc. Otra de sus funciones es planificar el uso adecuado de las áreas fluviales, y prevenir los fenómenos físicos que se presenten.

La geografía como ciencia requiere el concurso de otras disciplinas como las matemáticas, las ciencias de la Tierra y las ciencias sociales, que son necesarias para utilizar adecuadamente los elementos concurrentes, interrelacionarlas espacialmente y solucionar los problemas que se presenten en el área.

Los modelos científicos crean representaciones idealizadas de la realidad con el fin de demostrar alguna de sus propiedades. La fotografía aérea nos ilustra una primera abstracción de la realidad, en la que se presentan todos los elementos que se encuentran en ese espacio; es decir, el tamaño de la realidad se ha disminuido y puede ser cartografiado. Mediante la simplificación de los elementos que contiene y con una adecuada escala lograremos el **modelo icónico**, que nos permite la representación gráfica esquemática utilizada para identificar funciones o programas; luego, al realizar la representación con puntos, líneas y polígonos, obtendremos el **modelo análogo**, es decir, la representación automatizada del espacio real; finalmente, en este espacio, utilizamos operaciones matemáticas y como resultado tendremos el **modelo matemático**.

El presente trabajo es una aplicación de los modelos y las técnicas modernas del Sistema de Información Geográfica (SIG) en un sector del curso

medio de río Amazonas que se denomina río Ucayali, donde se presentan problemas de cambios en el curso principal del río que dan origen a la formación de meandros abandonados y lagunas que impactan en el medio ambiente en forma positiva o negativa. El trabajo desarrollado ha tenido en cuenta los objetivos, la metodología, el modelamiento, el trabajo de campo, el análisis de los resultados, las conclusiones y recomendaciones. Además de contar con el aporte principal del modelo y la información georreferenciada con la base de datos correspondiente.

Con este estudio científico se espera contribuir al desarrollo de la parte informativa, técnica y académica que servirá como una fuente de información para tomar acciones de prevención y control de los casos, asimismo, para el ordenamiento del espacio geográfico. Este modelo servirá también para realizar estudios en otras áreas similares, así como en las demás cuencas del llano amazónico.

## Resumen

**E**l presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un modelo SIG para delimitar las áreas de influencia de los cambios del río y los humedales (bajiales, tahuampas, aguajales, etc.), con la finalidad de ubicar los lugares críticos. Esto servirá para un mejor conocimiento de la variación de las aguas y así planificar mejor el uso, las ocupaciones y el desarrollo sostenido y ambiental de la zona.

El área de estudio comprende 108,377.75 hectáreas; se encuentra localizada en el departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, en el sector de Pucallpa y el río Ucayali. Está ubicada entre las coordenadas geográficas 8° 19' a 8° 34' de latitud sur y 74° 14' a 74° 34.5' de longitud oeste.

Para la construcción del modelo y su aplicación en el conocimiento de los cambios del río y la planificación, se requería establecer los criterios básicos y fundamentales de las variables litoestratigráficas, cobertura vegetal y unidades geomorfológicas. Tener un conocimiento de la estructura física del relieve, los procesos y establecer la integración de las capas (layers) para conocer los peligros. Luego se estudió la dinámica del curso principal del río Ucayali, en función de la evolución del cauce principal del río en 1986, 1993 y 2003, e integrar estas capas con los de peligros. Los mapas de ubicación de los centros poblados urbanos y rurales se integraron a los de peligros y dinámica del río, lo que nos mostrará la vulnerabilidad de las ciudades y centros poblados. Como resultado se identificó los centros poblados urbanos y rurales que están expuestos a los riesgos. Estas integraciones nos servirán para determinar las limitaciones y potencialidades que tiene el ámbito de estudio, organizar el espacio y formular una propuesta de ordenamiento ambiental.

Se elaboraron los mapas georreferenciados y su base de datos: litoestratigráfico, unidades geomorfológicas, cobertura vegetal, cambios del río, centros poblados urbanos y rurales, y los mapas de peligros. En ellos se muestran los

riesgos, la evolución del río, el impacto ambiental, la percepción ambiental y la evolución de los meandros Nuevo Italia y Nuevo Bagazán; asimismo, el acercamiento del cauce principal del río a la ciudad de Pucallpa, la desaparición de los centros poblados rurales, los barrios marginales de la ciudad de Pucallpa, etc.

El modelo desarrollado es una estructura de base de datos georreferenciada tanto gráfica como de atributo, que tiene muchas aplicaciones; por ejemplo, en el monitoreo y seguimiento de los cambios del río Ucayali para poder prevenir y controlar los riesgos.

# I

## Generalidades

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las variaciones del clima durante el año y a través del tiempo producen cambios en el ambiente, así como en el área de estudio de la Selva Baja del río Ucayali (Pucallpa): los llanos inundables (bajiales) y pantanales (tahuampas); los cambios del cauce del río, como la creciente y vaciante de sus aguas; de esta manera, ocurren transformaciones en el paisaje, forman un mosaico de geofomas que impactan positiva o negativamente en el ambiente, así como en la vida y actividad del hombre.

### 2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los cambios de curso de los ríos originan una serie de problemas que afectan a la población, a los recursos naturales y a la infraestructura, entre otros; por lo tanto, es necesario realizar trabajos de investigación que contribuyan a superar estos inconvenientes.

El presente estudio, referente al modelamiento del río Ucayali para identificar los cambios y su influencia ambiental en el sector de Pucallpa, pretende contribuir con una metodología del SIG que permitirá determinar las áreas críticas, la frecuencia e intensidad de los cambios del río y su influencia ambiental con la finalidad de prevenir y programar las defensas y la actividad que debe desarrollarse.

Debemos resaltar que el desarrollo de un modelo SIG aplicado a los cambios del río se justifica, pues nos dará una información de primera mano para la toma de decisiones: prevenir, planificar y programar las actividades para un desarrollo sostenido en las áreas de influencia.

### **3. LIMITACIONES**

Por la característica del trabajo, se hace necesario tener un conocimiento global y específico de los factores y elementos del clima relacionados con la vegetación y el uso del suelo; para estar informado sobre el fenómeno de los cambios del curso del río, los bajiales y las tahuampas se necesita adoptar un modelo y una metodología para cada una de las variables; en este caso tenemos la temperatura, precipitación, nivel de creciente y vaciantes de las aguas que obedecen a un alto costo, en cuanto a la información de las estaciones meteorológicas, hidrológicas e imágenes de satélite existentes.

### **4. FORMULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS**

- Establecer un modelo cartográfico adecuado que sirva para la identificación de las áreas críticas, los cambios del río y el impacto ambiental.
- Los elementos que interactúan en un espacio determinado están condicionados por las variaciones de temperatura, precipitación, creciente y vaciante de las aguas, y por la cobertura vegetal; en consecuencia, bajo un modelo y el uso de técnicas modernas podemos localizar áreas de la distribución de conflictos.

### **5. OBJETIVOS GENERALES**

Desarrollar un modelo SIG para delimitar las áreas de influencia de los cambios del río, así como los bajiales y las tahuampas, con la finalidad de ubicar los lugares críticos. Ello servirá para un mejor conocimiento de la variación de las aguas y así planificar el uso, las ocupaciones y el desarrollo sostenido y ambiental del área.

### **6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar los mapas digitales y la base de datos georreferenciada: litoestratigráfica, unidades geomorfológicas, cobertura vegetal, centros urbanos y centros poblados rurales.

- Representar e identificar los cambios del curso del río Ucayali en un mapa digital y su base de datos georreferenciada, así como su impacto ambiental.
- Determinar las áreas de peligros, su representación en el mapa digital y la base de datos georreferenciada.
- Identificar las zonas de riesgo a las que están expuestas los centros urbanos y las poblaciones rurales en un mapa digital y la base de datos georreferenciada.
- Presentar las recomendaciones para una propuesta de ordenamiento ambiental.



## II

# Marco teórico y referencial

### 1. ANTECEDENTES

Carlos Peñaherrera (1986) menciona que el río Ucayali tiene una «... velocidad estimada en cuatro nudos durante la época de crecientes, por un lecho con numerosas curvas que evolucionan constantemente dando origen a un gran número de lagunas, cochas o tipishcas que se alinean en ambos márgenes y a lo largo de todo su recorrido. Su lecho mayor de inundación anual es muy amplio y cubre grandes áreas de la Selva Baja, llenando con sus aguas los numerosos cauces —cochas— que abandonó por evolución de sus meandros y ocasionando una gran variación anual del nivel de estas cochas o tipishcas, que a veces quedan convertidas en gramalotales pantanosos, cuando la estación seca se prolonga. En este sector tienen numerosas sacaritas, llamados también caños, que conectan su lecho meándrico o que comunican sus aguas con la de sus afluentes». Strahler (1996) nos dice al respecto que «un río aluvial es aquel que fluye sobre una espesa acumulación de depósitos aluviales formados por el propio río en las primeras etapas de su actividad. Una de las características de los ríos aluviales es que experimentan inundaciones con una frecuencia anual o bianual durante la estación lluviosa». Velásquez (2002) menciona que los «cambios súbitos del curso del río Ucayali, atribuido a los movimientos geotectónicos, cambian radicalmente la dirección de la sucesión de los bosques ribereños, hacia los bosques de bajial (renacal) y de pantano (aguajal). Y las continuas migraciones de los meandros en la faja meándrica actual, que se desplazan predominantemente hacia el Oeste-Sur Oeste, permite el desarrollo de estados avanzados de la sucesión forestal sobre las geofomas. Esta actividad crea pequeñas y medianas extensiones de terreno, que se diferencian claramente de las demás, formando un mosaico de geofomas». Así, Pulgar Vidal (1996) menciona «... que a consecuencia de las inundaciones, las aguas

estancadas favorecen la reproducción de miríadas de insectos, entre las que destacan por su peligrosidad los anófeles y los estegomías, vectores del paludismo y de la fiebre amarilla...».

El crecimiento poblacional urbano en las riberas de los ríos de la planicie amazónica se da especialmente en Iquitos y, particularmente, en la ciudad de Pucallpa, que según el INEI en 1972 y 2000 tenía 60,653 y 250,621 habitantes, respectivamente, con una tasa de crecimiento de 4.6% (1972-1981), 5.5% (1981-1993) y 5.5% (1993-2000). Este incremento ha ocasionado la ocupación de áreas con problemas fluviales.

## 2. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

*Paisaje aluvial.* Está formado por:

- Las terrazas del río, compuesto por los sedimentos antiguos depositados a diversas alturas y bajas que son nuevas o modernas, y periódicamente inundadas por las aguas de desborde.
- Llanura meándrica, que recibe los sedimentos más recientes y da origen a unidades geomorfológicas cambiantes que comprometen el lecho y las áreas inundables adyacentes, como resultado de la dinámica del río y la irregular deposición de sus sedimentos.

*Meandro aluvial.* Es una curva sinuosa de un río en estado de equilibrio, por la deposición y erosión de sedimentos en el lecho de inundación, con pendiente muy suave, igual o menor a 1%. La dinámica de la velocidad del agua del río erosiona en la parte cóncava del meandro y en la convexa sedimenta. Estos procesos de erosión y sedimentación producen el fenómeno de «migración» de los meandros en la dirección de la corriente del río y la formación de lagunas (tipishcas).

*Bajial.* Es una depresión del terreno susceptible de inundación durante las crecientes en la estación de lluvia; en el tiempo de estiaje el agua se reduce en las cochas y los humedales. El término bajial se utiliza en tiempos de sequedad y tahuampa en épocas lluviosas, cuando el terreno está cubierto de agua.

### 3. ENFOQUE TÉCNICO

#### 3.1 *Modelo*

Es un conjunto de relaciones o informaciones que busca seguir el mundo real, que simula y posibilita predecir el comportamiento del fenómeno de interés. Existen tres clases de modelos: modelos de simulación, modelos de predicción y modelos de decisión.

- *Modelos de simulación.* Muestran simplemente un escenario, no predicen ni recomiendan. Un mapa es el ejemplo más representativo.
- *Modelo de predicción.* Relacionan variables dependientes e independientes y permiten responder preguntas del tipo: «¿qué pasaría si...?».
- *Modelos de decisión.* Son aquellos que permiten plantear alternativas ciertas que conduzcan hacia la óptima solución de un problema (IGAC-SIG. 1995).

#### 3.2 *Modelamiento cartográfico*

Se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un SIG bajo una secuencia lógica, de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos. Los modelos son dos compartimientos fundamentales de un SIG, la base de datos y la base de modelo (o reglas), sobre las cuales operan los sistemas manejadores de datos. Por lo tanto, los datos temáticos deben ser convertidos en información utilizable con propósitos específicos a través de una interpretación formalizada y procesos de evaluación.

#### 3.3 *El Sistema de Información Geográfica*

El SIG es una herramienta computacional compuesta por equipos, programas, datos georreferenciados y usuarios que requieren organizar, analizar, automatizar procesos y producir información.

Un SIG es un sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, representación, análisis de datos, así como la salida eficiente de información espacial (mapas) y atributos (tabulares) (Burrough, 1986; Valenzuela, 1989).

Se concibe como «un modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligada a la Tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo a un conjunto de preguntas concretas» (Rodríguez Pascual, 1993). Ello nos conlleva a la estructuración de la base de datos que servirá para los procesos de consulta en la etapa de producción, es decir, para gestionar y analizar datos espaciales se debe cumplir los siguientes pasos:

- a. Introducir los datos espaciales en la computadora.
- b. Creación de una base de datos.
- c. Gestión y manipulación para interrogar a la base de datos.
- d. Análisis y generación de nueva información a partir de la base de datos.
- e. Representación cartográfica.

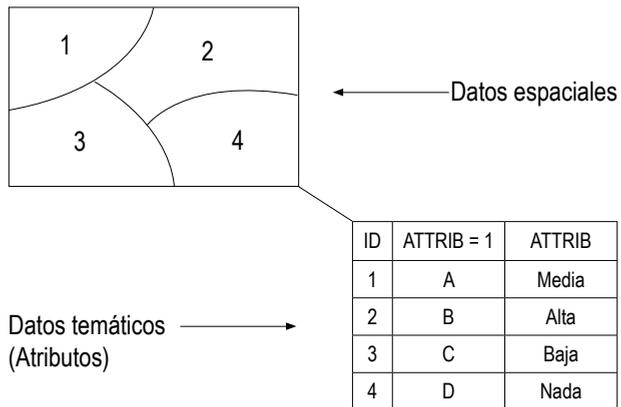
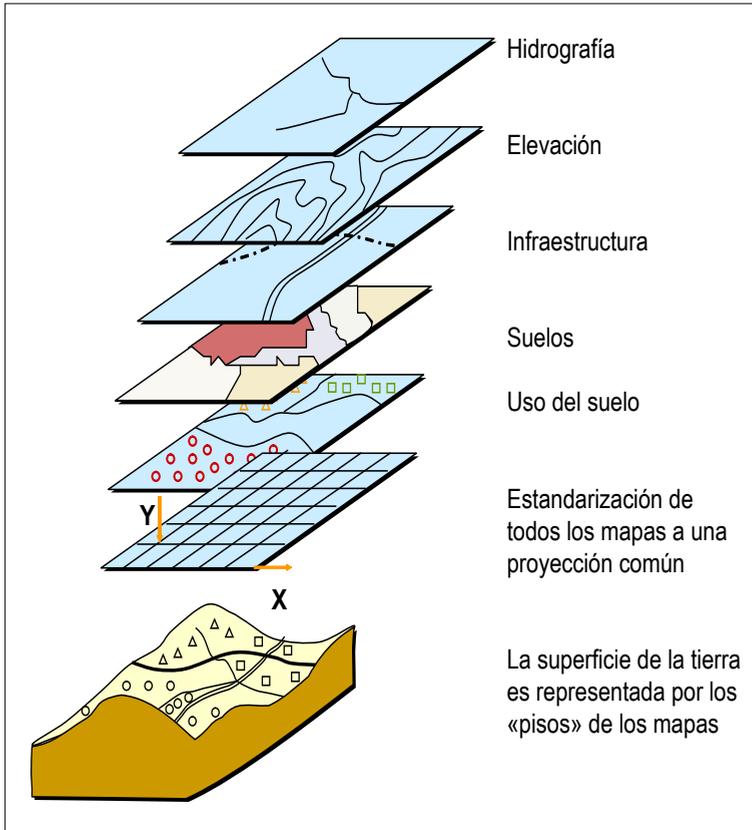
En general, la información espacial se representa en forma de «capas» (layers), en las que se describen la topografía, la disponibilidad de agua, los suelos, los bosques y praderas, el clima, la geología, la población, la propiedad de la tierra, los límites administrativos, la infraestructura (carreteras, vías férreas, sistema de electricidad o de comunicaciones). Así se muestra en los esquemas siguientes (ver página 35).

### 3.4 Modelamiento

Consiste en la utilización de las funciones de análisis de un Sistema de Información Geográfica bajo una secuencia lógica, de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos. En tal sentido, el análisis y modelamiento se pueden llevar a cabo en:

1. **Generalización cartográfica:** consiste en generalizar características de un mapa o presentación cartográfica, con el fin de hacer menos complejo el modelo final.

### CAPAS (layers)



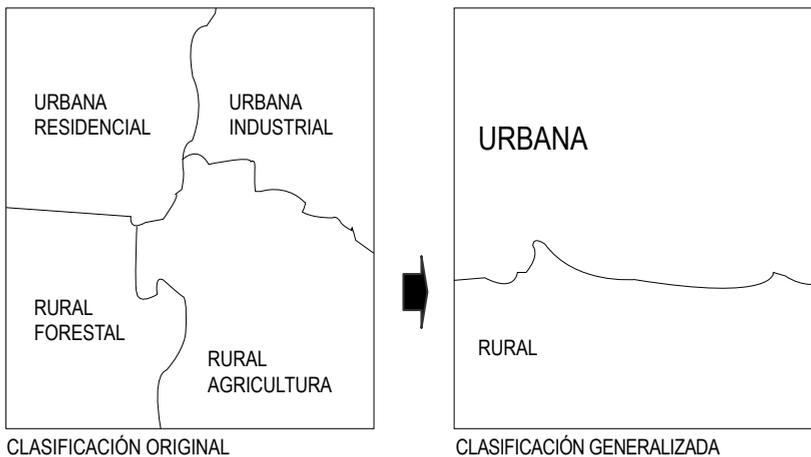
2. **Análisis espacial:** comprende funciones que realiza cálculos sobre entidades gráficas, desde operaciones sencillas como, por ejemplo, longitud de una línea, perímetro, áreas y volúmenes hasta análisis de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales del terreno.

Los tipos de operaciones son: reclasificación, superposición de mapas, medición de distancias y conectividad entre elementos geográficos y caracterización de vecindad y operaciones sobre mapas (uso de expresiones lógicas y matemáticas). Para cumplir con el proceso de modelamiento debe seguirse los siguientes pasos:

- ◆ Establecimiento de los objetivos y criterios de análisis.
- ◆ Preparación de los datos para las operaciones espaciales.
- ◆ Preparación de los datos tabulares para su análisis.
- ◆ Ejecución del análisis y el resultado final.

### Herramientas de análisis, generalización

Este procedimiento consiste en identificar un grupo de información que puede ser agrupado en un solo set en términos de clasificación. Es importante porque define los patrones, y una de las funciones que cumple un SIG es la capacidad para identificar patrones.



### Herramientas de medición

Todos los SIG proveen alguna función de medición. Las mediciones espaciales incluyen distancias entre líneas, puntos, polígonos, perímetros y áreas de polígonos. Por ejemplo, en las fórmulas:

$$D_{12} = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2$$

$$\sqrt{D_{23}} = \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2}$$

$$\sqrt{D_{34}} = \sqrt{(X_4 - X_3)^2 + (Y_4 - Y_3)^2}$$

- Total distancia (1-2-3-4) es (d12+d23+d34)
- Distancia entre (1) y (4) es:

$$\sqrt{D_{14}} = \sqrt{(X_4 - X_1)^2 + (Y_4 - Y_1)^2}$$

### Operaciones aritméticas

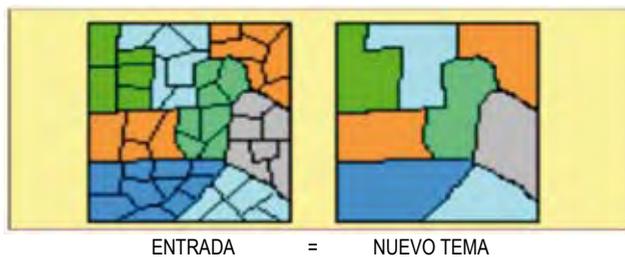
Adición, sustracción, división y multiplicación de cada valor.

### Operaciones lógicas

Consiste en encontrar áreas bajo determinadas condiciones, por ejemplo, la superposición de variables.

### Dissolve

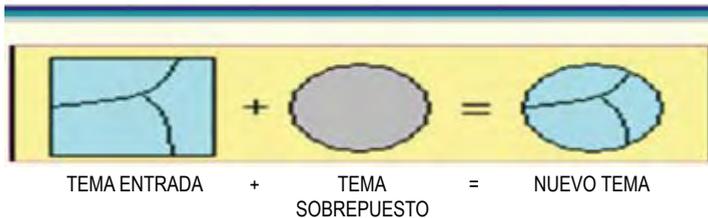
Funciona sobre temas de líneas o polígonos, y lo que hace es borrar la línea divisoria entre características continuas y con el mismo atributo. Convierte un



tema basado en el valor de un atributo que se escoja; por ejemplo, tiene una cobertura de municipios cuyos datos también poseen el nombre del departamento, puede hacerse el Dissolve por departamento y genera una cobertura solo de departamento. Como en el gráfico anterior.

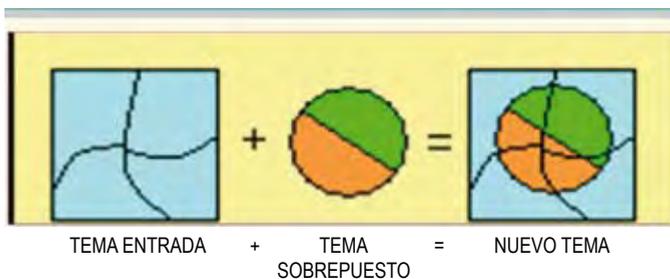
### Clip

Crea un nuevo tema basado en la sobreposición de dos temas. Uno de los temas puede ser un polígono, el cual será usado para extraer los datos del tema que sobrepone. La tabla de atributos del nuevo tema contendrá las mismas variables del tema de entrada. Como en el gráfico:



### Unión de dos coberturas

Esta operación crea un nuevo tema basado en la sobreposición de dos temas tipo polígono, el tema de salida contiene la combinación de los polígonos y los atributos, es decir, los datos de ambos temas. Como en el gráfico:



### Intersección de dos coberturas

Este proceso combina dos temas, uno que sobrepone al otro, y genera un nuevo tema con las áreas intersectadas, solo los datos que se intersectan aparecen en la tabla de atributos del nuevo tema y contiene los datos de ambos. Como se muestra en el gráfico:



### 3.5 *Conflicto ambiental*

«Conflicto y armonía serían como dos aspectos necesarios o correlativos: el conflicto se lo entiende en la medida que percibimos una cierta armonía o equilibrio perdido o soñado hacia el futuro» (Palacio, 1998). La vegetación se sitúa en el centro del ecosistema, pues determina con su existencia el microclima, además influye en la erosión del suelo por medio de la aportación de sus restos, asimismo, regula la estructura hídrica e influye a través de ésta en el clima del suelo. Pero, a su vez, el conjunto de la vegetación depende del microclima y del suelo en su más amplio sentido. Si en un ecosistema se altera o se destruye la vegetación como consecuencia de un hecho natural o artificial, de una forma espontánea cambia toda la estructura geográfica y toda la interacción de los elementos del paisaje (Carl Troll, 1975).

Según Santandreu y Gudynas (1998) «la valoración de las condiciones ambientales no es solo una cuestión técnica, sino también cultural y política». Ello implica el conocimiento de la cultura de los nativos y de las personas que viven en la zona. Carl Sauer (1931) menciona que «el agente que modifica la superficie de la tierra es el hombre» y dice que debe ser considerado directamente como un agente geomorfológico, «ya que ha ido alterando cada vez más las condiciones de denudación y de colmatación de la superficie de la tierra», que Bruhes califica como «hechos de ocupación destructiva». Así, en el área de estudio se observa una deforestación irracional que ya tiene implicancias de riesgos físicos y ambientales.

### 3.6 *Riesgo ambiental*

Para Metzger (1995) el «riesgo ambiental» se define en función de la amenaza generada por el factor o los factores que los provocan y de la vulnerabilidad de quienes están expuestos. Por ser ambiental, este tipo de riesgo proviene de la combinación de aspectos propios del medio físico-natural y social.

Haggett (1994) divide los riesgos por inundación en dos zonas:

- *Las áreas costeras oceánicas*, que es consecuencia de una crecida en el nivel del mar, y puede ser provocada por las condiciones atmosféricas anormales o por las condiciones endógenas como los movimientos sísmicos, volcanes, etc., que repercute en el oleaje de las aguas.
- *Las áreas atravesadas por ríos*, el riesgo es por inundación fluvial, este fenómeno es producido por fuertes precipitaciones o la rápida fusión de grandes cantidades de nieve, raramente por rotura de presas naturales y artificiales, como consecuencia se elevan los niveles del río. La llanura de inundación de los ríos es un área que está formada por el desbordamiento del agua por encima de los límites del cauce (márgenes o terraplenes aluviales) y la deposición de sedimentos sobre la llanura circundante o los bajiales. En condiciones naturales, dicha llanura de inundación o aluvial quedará cubierta de agua durante la estación lluviosa. Por tal motivo, el atractivo en ocupar estas áreas cerca del río hace que los asentamientos humanos y centros poblados estén expuestos a los riesgos y embates del río.

### 3.7 *Ordenamiento ambiental*

El ordenamiento ambiental del territorio (OAT) (sinónimo de ordenamiento ambiental y ordenamiento territorial ambiental) es definido como componente fundamental de la política de ordenamiento territorial, es un instrumento de la política ambiental del país» (Meza, 2006). El OAT «es un proceso progresivo orientado a la asignación de usos territoriales y a la definición de criterios e indicadores ambientales para la ocupación ordenada del territorio». La asignación de usos se basa en la evaluación de las potencialidades y limitaciones del territorio utilizando criterios físicos, biológicos, ambientales, sociales, econó-

micos y culturales, mediante el proceso de Zonificación Ecológica y Económica. Dichos instrumentos constituyen procesos dinámicos y flexibles y están sujetos a la evolución de los criterios señalados por CONAM (2004).

### 3.8 *Gestión ambiental*

Di Pace y Caride (1997) señala que la gestión ambiental es «realizar una serie de intervenciones sociales para manejar o usar adecuadamente el espacio, los recursos naturales y humanos y las cualidades ambientales del área urbana y su zona de influencia». La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural, que garantiza su permanencia en el tiempo y en el espacio. Asimismo, están relacionados con el proceso de compatibilización de la oferta del medio natural y la demanda de la sociedad en la planificación para localizar la población y sus actividades socioeconómicas y culturales, con el propósito de lograr el desarrollo sostenible.



# III

## Materiales y métodos

### 1. MATERIALES, EQUIPOS Y PROGRAMAS

#### 1.1 *Materiales*

Los materiales que se emplearon para el presente estudio han sido:

- Carta Nacional escala 1: 100,000. 17-n, 17-ñ, 18-n y 18-ñ (IGN.1986).
- Carta Geológica de los Cuadrángulos de San Roque, Río Callarúa, San Lucas, Pucallpa, Nuevo Utiqunia, Canta Gallo y Divisor Yurua Ucayali. Hojas: 16-n, 16-ñ, 16-o, 17-n, 17-ñ, 17-o y 17-p (Ingemmet, 1997).
- Imagen de Satélite Landsat. 1993.
- Imagen de Satélite Landsat. 2003.

#### 1.2 *Equipos (Hardware)*

Los equipos básicos que se utilizaron fueron:

- 1 computadora Pentium III, memoria RAM 304 Mb, 466 Mhz, disco 4.00 GB.
- 1 impresora Epson Stylus C62, de formato A4.
- 1 tablero digitalizador Genios, formato A3.
- 1 escanner Prisa 640P, formato A4.
- 1 GPS navegador. Resolución de 10 metros.

#### 1.3 *Programas (Software)*

Se utilizaron los siguientes programas:

- Autocad 2000, MapScan for Windows, Arc/ info 3.5.1 (ArcW), Arc View GIS 3.2 con extensiones de 1S\_tools, Geoprocessing, Projector, Register

and transform tool, Georeferencing, Image, JPEG (JFIF), Imagen Analysis, Graticules and Measured Grid, Imagine image support, Photoshop 7.0, Excel y Microsoft Word.

## 2. MÉTODO

### 2.1 *Trabajo de pre-campo*

El trabajo de pre-campo consistió en la recolección de la información tanto básica, especializada y trabajos sobre el tema, así como los datos meteorológicos, hidrográficos, cartográficos y de imágenes de satélite.

### 2.2 *Trabajo de campo*

Las áreas seleccionadas para el muestreo fueron los alrededores de las ciudades de Pucallpa y Yarinacocha, colindantes con el río Ucayali, donde se encuentran los mayores problemas de inundación y de accesibilidad. Por lo tanto, se procedió a las siguientes acciones:

- ◆ Se elaboraron las encuestas dirigidas a las personas mayores de 50 años residentes en la zona para recoger información sobre la variación del río Ucayali y sus implicancias ambientales.
- ◆ Se hicieron las mediciones de altitudes y coordenadas de los lugares críticos y no críticos con GPS, para saber las implicancias que podría tener el crecimiento del caudal del río.
- ◆ Se hicieron las tomas de vistas en perspectiva, tanto de la zona urbana como de la rural y de la influencia del río, para contrastar con las imágenes de satélite.

Los tratamientos adecuados de la información y el enfoque respectivo nos permitió un análisis y una síntesis del tema que sirvió para la estructuración y construcción del modelo, lo que nos permitió comprobar en el terreno y monitorear.

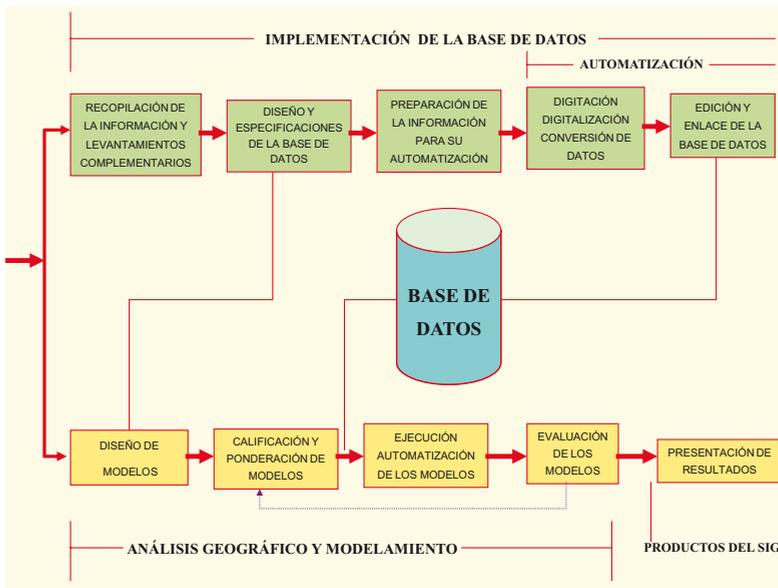
### 2.3 Automatización de la información

Esta etapa fundamental de la implementación de la base de datos consistió en la transferencia de la información contenida en los diferentes mapas, previamente acondicionados, a formato digital para que puedan ser almacenados, procesados y recuperados por el computador.

Comprende las siguientes actividades:

1. Ingreso de información espacial y tabular.
2. Edición.
3. Enlace de la base de datos.
4. Producción cartográfica.
5. Generación de modelos.

**Según esquema: (comprende la base de datos y el modelamiento)**



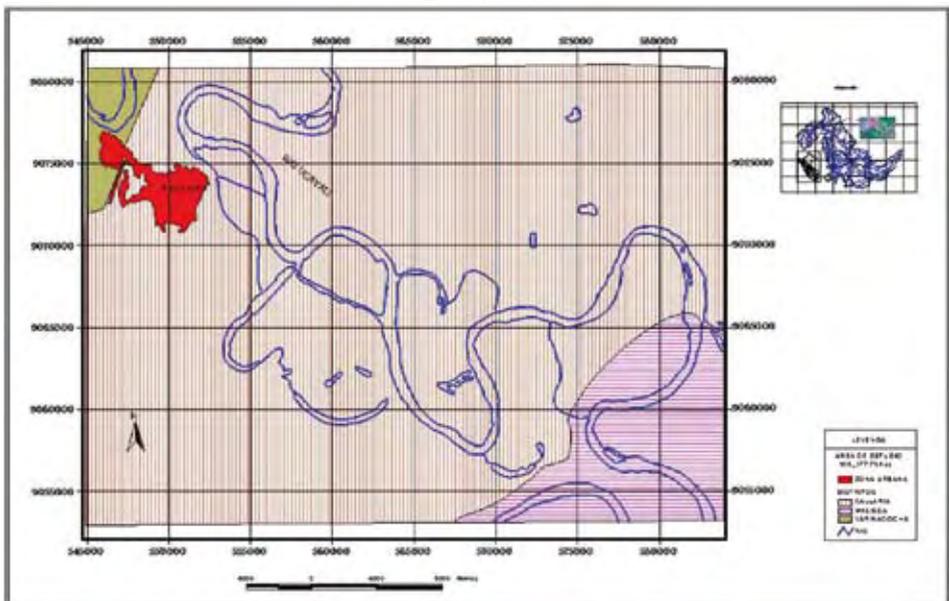


# IV Diagnóstico

## 1. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en el departamento de Ucayali, provincia de Coronel Portillo, en el sector de Pucallpa y el río Ucayali. El estudio en general comprende 108,377.75 hectáreas, se localiza en la Selva Baja del departamento de Ucayali —sector medio del río Amazonas— conocido con el nombre de río Ucayali ubicado entre las coordenadas geográficas de 8° 19' hasta 8° 34' de latitud sur y 74° 14' hasta 74° 34.5' de longitud oeste. Los problemas que se presentan son producto de las variaciones del río, las que generan las inundaciones, los barrizales, los bajaies, las tahuampas, tipishcas, cochas, plagas, sequías y el desborde del río. Ver Mapa 1.

MAPA 1  
UBICACIÓN



La región natural a la que corresponde es la Selva Baja del llano amazónico, donde el río Ucayali se desplaza de sureste a noroeste, formando y abandonando meandros. Como consecuencia se van a formar una serie de unidades geomorfológicas.

## **2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO**

### *2.1 Clima*

El área de estudio presenta un clima tropical cálido húmedo propio de la Selva Baja, que se expresan en los datos recopilados en el campo y cuyos elementos han sido analizados mediante el criterio de Koppen; ya que el clima se define como el promedio estadístico a largo plazo de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura, radiación, vientos) y es un condicionante para el crecimiento de las plantas; además juega un rol principal en las actividades del hombre, que se convierte en un elemento importante que debe ser considerado dentro de la planificación (Meza, 2006).

Las mayores precipitaciones se dan en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, con una máxima de 226.9mm; las menores se dan en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre, con una mínima de 51.6mm (julio) y con un total anual de 1557.6mm. La humedad relativa máxima es de 86.7% en los meses de febrero y marzo, la mínima es de 81.5% en el mes de septiembre, el promedio anual es de 84.6%.

La temperatura máxima promedio mensual es de 32.0°C para los meses de septiembre y octubre, con máxima promedio anual de 31.1°C; mínima promedio mensual de 18.2°C (agosto), con mínima promedio anual de 20.0°C; con oscilación máxima de 12.9°C (agosto) y mínima de 10.2°C (febrero) y con promedio anual de 11.1°C. La temperatura promedio medio anual es de 25.5°C.

La evaporación máxima es de 72.0mm (agosto), mínima de 47.2mm (febrero) y con un promedio total anual de 676.6mm. La evapotranspiración potencial es de 144.1mm (noviembre), mínima 112.6mm (julio) y un promedio anual de 129.5mm.

CUADRO 1  
CLIMATOLOGÍA

MESES	TEMPERATURA °C				PRECIPITACIÓN mm	HUMEDAD RELATIVA %	EVAPORA- CIÓN mm	ETP mm	HELIOFANIA		Luminosidad Buj/p2	VIENTOS	
	Máxima	Mínima	Oscilacio	Media					Radiacion (horas de sol)	Dirección (rumbos)		Velocidad m/s	
ENERO	31,0	20,6	10,6	25,8	139,2	84,7	59,1	131,5	138,7	1122,4	N	2,1	
FEBRERO	30,5	20,3	10,2	25,4	190,2	86,7	47,2	119,0	114,9	837,3	NW	1,9	
MARZO	30,6	20,4	10,2	25,5	226,9	86,7	48,5	123,7	123,2	1934,0	NE	1,6	
ABRIL	31,0	20,4	10,6	25,7	173,5	86,4	49,5	128,8	134,1	1689,3	NW	1,6	
MAYO	30,8	20,3	10,5	25,6	76,6	86,4	49,0	126,0	174,9	956,0	SE	1,6	
JUNIO	30,2	19,1	11,1	24,7	69,6	86,0	50,0	117,2	175,6	950,2	SE	1,4	
JULIO	30,6	18,2	12,4	24,4	51,6	82,6	59,8	112,6	219,0	968,9	SE	1,5	
AGOSTO	31,6	18,7	12,9	25,2	61,9	81,9	72,0	134,6	192,5	1023,0	NE	1,5	
SETIEMBRE	32,0	19,8	12,2	25,9	87,4	81,5	64,6	136,0	181,0	1457,2	NE	1,8	
OCTUBRE	32,0	20,4	11,6	26,2	132,7	82,8	62,0	142,3	175,3	1752,4	NW	2,1	
NOVIEMBRE	31,1	20,5	10,6	25,8	193,9	85,1	55,0	144,1	149,1	1267,3	NW	1,7	
DICIEMBRE	31,5	20,8	10,7	26,8	154,1	84,0	59,9	138,5	153,1	1189,6	N	2,1	
Total/Annual					1557,6		676,6		1931,4	15147,6			
Promi/Annual	31,1	20	11,1	25,5		84,6	56,4	129,5	161,0	1262,3	NW(S)	1,7	

Promedio de 16 años (1984-1999)

FUENTE: Senahmi-Unu, Pucallpa

Ubicación: Latitud Sur: 8°22' 00"

Longitud Oeste: 74°53' 00"

Altitud: 154 msnm

La radiación solar máxima se da en el mes de julio con 219 horas de sol, la mínima con 114.9 horas de sol (febrero) y un total promedio de 1931,4 horas de sol. La luminosidad podemos dividirla en cielo con nubosidad los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y marzo, como máxima de 1934.0 Buj/p2 (marzo); y con poca nubosidad los meses de febrero, mayo, junio y julio, como mínimo de 837.3 Buj/p2 (febrero).

Los vientos se desplazan del SE los meses de mayo, junio y julio; y del N, NW, NE, NW, NE, NE, NE, NW, NW los meses de enero, febrero, marzo, abril, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre respectivamente; con una dirección predominante de NW; y con un promedio en velocidad de 1.7 m/s.

La zona de estudio presenta dos estaciones bien marcadas:

- ◆ Una lluviosa, influenciada por los vientos NW, con fuertes precipitaciones, con cielo nuboso, que se manifiesta en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril.
- ◆ La otra seca, con precipitaciones menores, alta radiación de horas de sol y con cielo cubierto de poca nubosidad, e influenciada por los vientos del sur, con altas temperaturas en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre; la que caracteriza un clima tropical húmedo o cálido húmedo. Ver Cuadro 1.

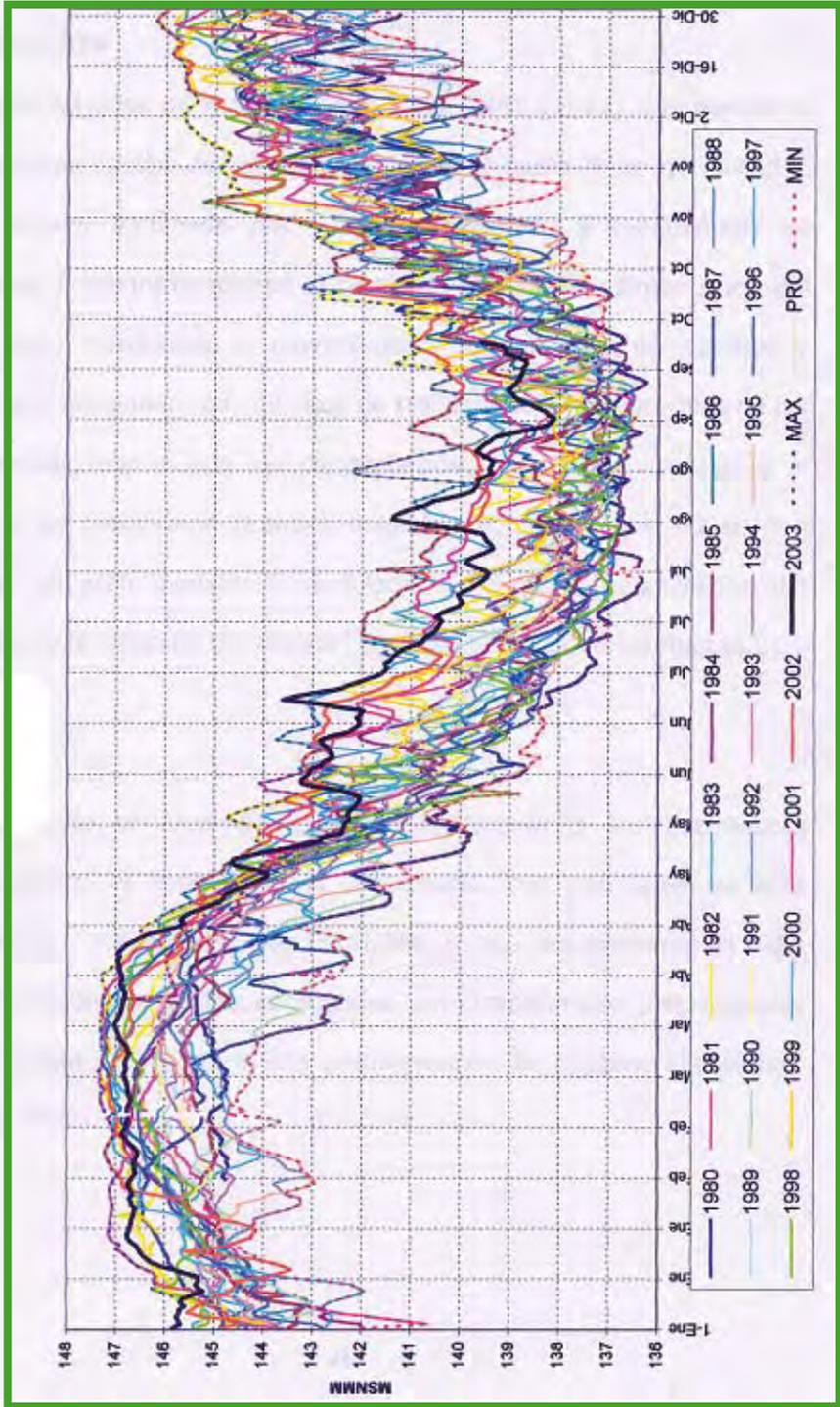
## 2.2 Hidrografía

El río Ucayali, que corresponde al sector medio del río Amazonas, nace en el nevado Mismi (departamento de Arequipa, provincia de Cailloma) a 5,597 msnm; este sector comprende desde las confluencias del río Tambo y el Uribamba hasta la desembocadura en el río Maraón; se caracteriza por presentar un cauce meándrico y de muy baja pendiente, con una longitud de 735 millas y un caudal entre los 2,000 y 22,000 m<sup>3</sup>/seg. (Pucallpa. DHNM 1980-1998).

El régimen de sus aguas tiene dos variantes. Ver Gráfico 1.

- ◆ **La creciente del río**, se manifiesta desde los meses de diciembre hasta mayo, con un nivel máximo del río en Pucallpa que llega a 147.28 msnm en el mes de marzo 1986 (DHNM); pero de acuerdo a los datos

GRÁFICO 1  
NIVELES DEL RIO UCAYALI EN PUCALLPA



recogidos en el campo, luego de analizar el gráfico y el cuadro, se observa que los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo muestran un mayor crecimiento y tiene su máxima expresión en el mes de marzo, con niveles de 147.28msnm (1986), 146.1344 msnmm (1991), 146.2649 msnmm (1996), 146.7555 msnmm (1997), 146.6723 msnmm (1998), 147.318 msnmm (2000), 147.336 msnmm (2001), 147.175 msnmm (2002), 146.833 msnmm (2003), 145.592msnm (2004), 146.128 msnmm (2005) y 146.947 msnmm (2006); como producto de esta crecida del río se van a producir los desbordes del agua, las inundaciones, etc. En esta estación del año, el río trae gran cantidad de materiales como arcilla, limo, arena y plantas como la guama y variedad de árboles, por lo que las aguas son muy turbias y adquieren una coloración marrón.

- ◆ **La estación de estiaje o de vaciante del río**, se produce desde el mes de junio hasta noviembre, con un nivel mínimo de 136.25 msnmm en el mes de septiembre 1980 (DHNM). Según los datos de campo los más bajos niveles del río Ucayali se dan en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, donde los niveles más bajos o de vaciante se observan en el mes de agosto 136.8118 msnmm (1996), 137.1482 msnmm (1988), 137.923 msnmm (2004) y 136.835 msnmm (2005). Como consecuencia las aguas bajan de coloración y traen poca cantidad de materiales.

### 2.3 Geología

Según Ingemmet menciona, en la geología del área de estudio «la sedimentación de esta cuenca oriental hasta fines del Jurásico superior estuvo dominada por subcuencas debido a reactivación de fallamientos. Posteriormente con la tectónica andina, la sedimentación del Cretáceo está relacionada a movimientos epirogénicos de ascenso y descenso que ocasionan movimientos transgresivos y regresivos de las aguas marinas, por lo que los plegamientos fueron muy débiles y al parecer no se reactivaron grandes fallamientos, por lo que no se ha deformado en gran medida la morfología [...] salvo la reactivación del fallamiento de la Montaña del Divisor», como se muestra en las figuras 1 y 2.

FIGURA 1. TECTÓNICA ANDINA Y SEDIMENTACIÓN; PALEÓGENO-NEÓGENO

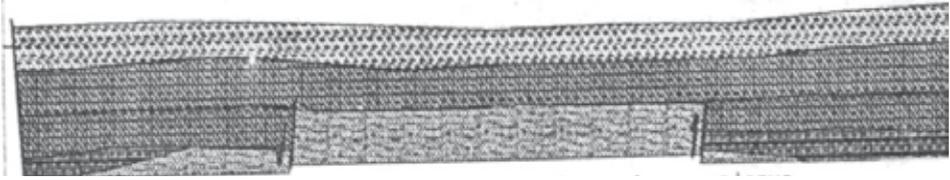
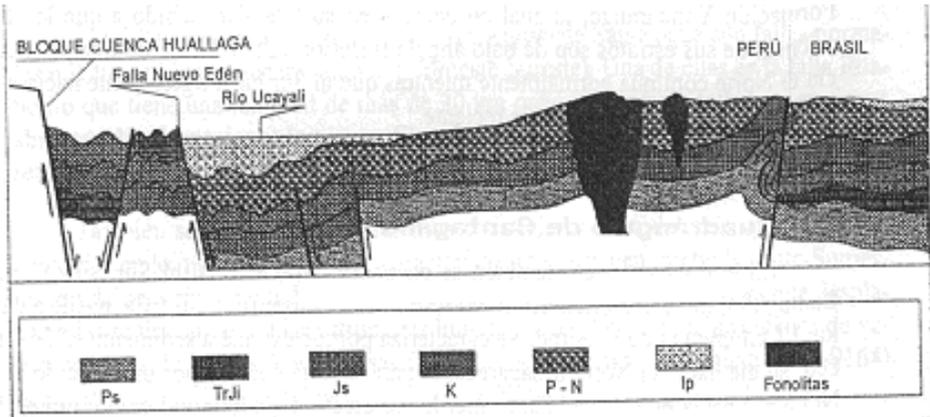


FIGURA 2. EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA Y TECTÓNICA DE LA CUENCA UCAYALI



FASE QUECHUA Y EMPLAZAMIENTO DE HIPABISALES

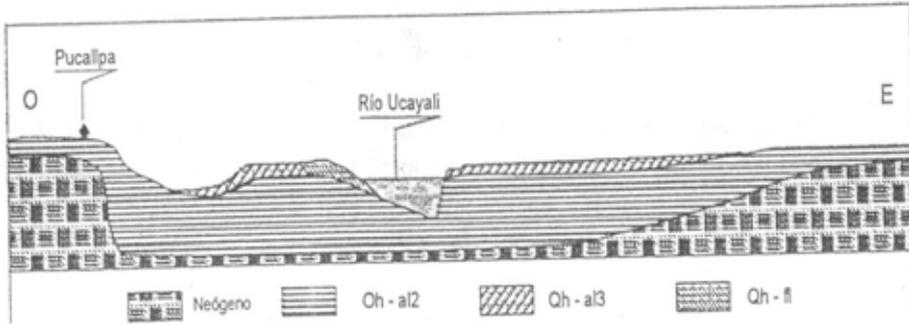
FUENTE: INGEMMET, 1998.

Estructuralmente el área de estudio corresponde a los sedimentos correspondientes al neógeno y al cuaternario, con una línea de falla interna en la zona del lago de Pucapillo, y que posiblemente la falla indicada corresponde a fallas conjugadas con dirección casi perpendicular a la fase Andina que afectó a esta sedimentación del Mioceno al reciente. Ver Mapa 2.

### 3. UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

Desde el punto de vista litológico y estratigráfico el área de estudio abarca la Era Cenozoica, el Sistema Cuaternario y Neógeno y las series Halógena, Pleistocena y Miocena, que comprenden las unidades litoestratigráficas de depósitos fluviales, depósitos aluviales y la formaciones de Ucayali e Ipururo. Ver Cuadro 2, Figura 3 y Mapa 2.

FIGURA 3. GEOLOGÍA DEL CUATERNARIO EN LA CUENCA UCAYALI



FUENTE: INGEMMET, 1998.

### 3.1 *Formación Ipururo*

Se observa en el lago Pucalpillu y ocupa una extensión de 115.66 hectáreas (0.10%). Kummel (1946) lo caracteriza «... como una secuencia de areniscas grises a marrones, de grano grueso a medio, friables mal seleccionados y parte conglomerádicas, intercaladas con lutitas abigarradas oscuras. En su parte media se distinguen limoarcillas rojas, limos grises y areniscas blancas a marrón rojizas con estratificación sesgada, sobre esta secuencia se encuentran areniscas gris marrón menos concreciones que a las areniscas de la parte inferior, en ciertos niveles contienen fragmentos de lignito, madera carbonizada y restos de vertebrados».

La formación Ipururo está compuesta por arenisca arcillosa blanca, masiva en estratos delgados; frecuentemente gradan hacia la base a margas y limonitas, estratificación cruzada, limo arcilla gris blanquecina, limo arcilla blanco amarillento, arenisca marrón grisácea, amarillenta, verdosa en grano fino friable, matriz arcillosa y algunos horizontes de marga.

### 3.2 *Formación Ucayali*

Se encuentra en Nuevo San Juan, San Juan, Bagazán, Tamaya y Santa Rosa, en una extensión de 259.76 hectáreas (0.24%); según Kummel (1946) describe la unidad «... por sus estratos gruesos de arcilla de variados colores (negro,

CUADRO 2  
LITOSTRATIGRÁFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOSFÉRICA	SIMBOLO	GROSOR (m)	CARACTERÍSTICAS	ÁREA	
							Ha	%
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOGENA	Depósito Fluvial	Qh-fl	8	Arenas y sedimentos limoarcillosa	4,028.47	3.72
				Qh-al3	10	Arena limoarcillosa en pequeños bancos estratificaciones	47,235.49	43.58
			Depósito Aluvial	Qh-al2	35	Arcilla arenosa en bancos macizos	29,893.88	27.58
				Qh-al1	10	Arcilla arenosa estructura granular	26,844.48	24.78
	NEOGENO	PLIESTOCENA	Formación Ucayali	NQ-U	50	Arcilla y arena marrón verdosa con estratificación cruzada	259.76	0.24
				N-i	600	Limo arcilla gris blanquecina, amarillento blanco amarillento	115.66	0.10
		PLIOCENA	TOTAL ÁREA DE ESTUDIO 108, 377.75					100

FUENTE: IGMM, 1997.

marrón, verde olivo) con restos de plantas y gasterópodos terrestres, estratos de arena con estratificaciones sesgadas» y material conglomerado en capas. Asimismo, se estima tentativamente que la formación Ucayali pertenece al Plioceno-Pleistoceno.

### 3.3 *Depósitos aluviales*

Pertenecen a los depósitos aluviales que se encuentran a lo largo de los principales cursos fluviales del río Ucayali, en una superficie de 108,377.75 hectáreas; su coloración puede ser de marrón oscuro, marrón pardo, blanquecino a marrón. La coloración siempre está muy relacionada a los sedimentos subyacentes de donde provienen; la litología, por lo general, es de composición areno-arcillosa.

#### – *Depósitos aluviales (Qpl-al1)*

Se caracteriza por tener grosores variados, desde algunas decenas de metros a un metro o muy delgadas, están compuestos de limo arenosos y su coloración variable se aprecia en las lomadas. Ocupa una superficie de 26,844.48 hectáreas (24.78%).

#### – *Depósitos aluviales (Qpl-al2)*

Se extienden lateralmente en ambos márgenes del río Ucayali, ocupan una extensión de 29,893.88 hectáreas (27.58%); se encuentran formando una peneplanicie subhorizontal, débil y moderadamente inclinada. Están constituidos de una secuencia de limo arenosa y arcillosa en bancos gruesos o en estratos delgados que varían de 10 a 20 cm de grosor. Considerando la dinámica de acumulación de los aluviales, la edad de estos depósitos se considera Holoceno reciente. Una muestra de esto lo podemos ver en las fotos 1 y 2, donde el río viene socavando a través de la corriente costa brava.

#### – *Depósitos aluviales (Qpl-al3)*

Se encuentran a lo largo de todo el río del área estudiada y ocupa una superficie de 47,235.49 hectáreas (43.58%); su grosor está bien representado en

las depresiones y cortes que ha hecho el río, son producto de depositación de material en suspensión y material de acarreo. Constituyen por lo general limos y arcillas con algo de arena fina, se depositan en láminas muy delgadas. Los limos depositados en las partes altas, como en la llanura de inundación, son materiales más finos debido a la clasificación por gravedad a que está sujeta dicho material durante el transporte. Es un área excelente para el cultivo del arroz, frijoles, soja, etc.

### 3.4 *Depósitos fluviales (Qpl-fl)*

En las épocas de estiaje en el río Ucayali se forman extensas playas, de la misma manera en los afluentes hay acumulaciones progresivas de pequeñas terrazas y ocupan una superficie de 4,028.47 hectáreas (3.72%). Al momento de ser depositados se entremezclan con el material en suspensión; tiene una composición arenosa y, por lo general, el tamaño de los granos es bien seleccionado; algunas veces están interestratificados, con laminillas de limo, y presentan variadas formas de estratificación como laminar, oblicua, paralela, etc.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

Consiste en el estudio del origen y desarrollo sistemático de todas las formas del relieve de la tierra (Strahler, 1974), asimismo, es el estudio de las formas del relieve terrestre (Derruau, 1966); lo que nos conduce al estudio del relieve, los procesos y estados de desarrollo de las geoformas en el sector medio del Amazonas.

Goosen (1967) dice que la fisiografía tiene por objeto describir, clasificar y correlacionar aquellos paisajes terrestres, característicos de ciertos procesos fisiográficos, del modo en que aquellos pueden conducir al reconocimiento del patrón de los suelos. En tal sentido, contempla la posibilidad de subdividir los paisajes en unidades fisiográficas menores; por ejemplo: paisaje, subpaisaje, unidad, fases y áreas.

#### 4.1. *Formas de relieve*

El objeto principal del estudio es reconocer y delimitar las principales formas del terreno, los tipos de drenaje y el grado de erosión del paisaje aluvial que corresponde a la zona, mediante la utilización de teledetección y los sistemas de información geográfica. Se identificaron un paisaje aluvial, dos subpaisajes, una llanura de inundación o de desborde y otra llanura de sedimentación; así como las unidades conformadas por las geoformas, las fases y drenaje, con las áreas correspondientes. Ver Cuadros 3 y 4 y Mapa 3.

##### – *Paisaje aluvial*

El paisaje aluvial está conformado por sedimentos aluviónicos, tanto recientes como antiguos, provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas que discurren en la zona y los cuales han sido depositados en el Cuaternario; además algunas zonas presentan condiciones de hidromorfismo por problemas de mal drenaje originado por la presencia de depresiones. El relieve, en general, varía de más o menos plano a ligeramente ondulado y con pendientes aproximadas de 0 a 6%. Dentro del paisaje aluvial se han identificado dos subpaisajes: una llanura de inundación o de desborde y otra llanura de sedimentación.

##### a. *Llanura de inundación*

Subpaisaje aluvial condicionado por las características hidromórficas del río Ucayali de cauce amplio y meándrico, que han determinado la configuración de cinco unidades fisiográficas definidas: complejo de orillares, diques naturales, meandros abandonados, islas y terrazas planas ligeramente depresionadas, que generalmente son inundadas en las crecidas de los ríos.

##### a.1. *Complejo de orillares*

Es una unidad fisiográfica localizada en ambas riberas del río Ucayali. Está constituido por material no consolidado que permanece parcialmente cubier-

**CUADRO 3  
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	ÁREA	
			(ha)	%
CO <sub>r</sub>	COMPLEJO DE ORILLARES RECIENTE	Constituido por material inconsolidado que permanece parcialmente cubierta de agua durante la avenida de los ríos; presenta en parte aspecto de línea suavemente curvadas, notándose numerosos «Caños».	26,570.70	24.51
CO <sub>a</sub>	COMPLEJO DE ORILLARES ANTIGUO	Tiene las mismas características que la anterior, diferenciándose en que es de constitución más antigua. Estos orillares se encuentran distantes del curso actual del río.	37,170.44	34.29
D	DIQUES O ALBORDONES NATURALES	Se origina por la paulatina disminución de la velocidad del agua que se desborda del lecho del río, sedimentándose los materiales en suspensión y es de forma plano-convexo.	1,327.78	1.22
MA <sub>a</sub>	MEANDROS ABANDONADOS ANTIGUOS	Constituido por antiguos cauces o brazos del río, que ha quedado aislado por la variación de su dirección, que en su continuo movimiento ha cortado o estrangulado sus propias curvas y adopta la forma de media luna. «Cochas».	1,677.29	1.55
MA <sub>r</sub>	MEANDROS ABANDONADOS RECIENTES	Son las mismas que la anterior, con la diferencia de que son de reciente formación. Tahuampas.	254.36	0.24
Ir	ISLAS O BANCOS DE RÍO	Localizadas en el cauce del río Ucayali, formado por la sedimentación, constituida principalmente por arena y limo.	2,975.08	2.74
Tldp	TERRAZAS INUNDABLES CON DRENAJE POBRE	Es de relieve ligeramente depresionado y que recibe los aportes de las aguas de escorrentía superficial o subterránea, con un deficiente drenaje.	12,521.79	11.75
Tldmp	TERRAZAS INUNDABLES CON DRENAJE MUY POBRE	Su relieve es ligeramente depresionado y tiene condiciones de drenaje muy deficiente.	7,031.00	6.48
TdM	TERRAZAS CON DRENAJE MODERADO	La terrazas presentan las condiciones de drenaje moderadas e imperfectas.	6,132.69	5.65
TO	TERRAZAS ONDULADAS	Configurado con un aspecto de ondulación suave con pendiente que oscila entre 0 a 6%.	18,538.37	12.61
TOTAL DE ÁREA 108,377.75 ha.				100.00

Elaboración propia. Modelamiento SIG.2006.

## CUADRO 4 GEOFORMAS

NOMBRES	CARACTERÍSTICAS
Gramadales	Zonas de inundación constante.
Tahuampas	Dejadas y cubiertas de agua en tiempo lluvioso.
Meandros	Sector cóncavo y convexo del curso debido a la actividad morfodinámica fluvial.
Meandros abandonados	Sector abandonado o cortado del curso, cocha o tipishca, media luna o forma de herradura
Barrizales	De forma más o menos plano, formados por arena limo o arcilla dejados en la parte convexa del río.
Caños	Drenaje del río dejado en la época de crecida.
Ríos tributarios	Ríos que aportan agua todo el año.
Islas	Son formas planas a onduladas, rodeadas del agua de río. Constituidas por arena limo y arcilla.
Playas	Son planas a ligeramente inclinadas emplazadas en los sectores convexos, constituidas principalmente por arena.

Elaboración propia-Modelamiento SIG 2006.

to de agua durante la avenida de los ríos; presenta en parte aspectos de líneas suavemente curvadas, notándose numerosos «caños» que realizan la función de drenaje en la época de estiaje. Comprende dos fases:

- *Complejo de orillares recientes.* Esta forma de tierra presenta en conjunto el aspecto de barras semilunares y se encuentra localizada en la parte convexa de los meandros del río Ucayali. Se origina por el desplazamiento de la línea de flujo máximo del agua hacia la parte cóncava de los meandros, y debido a la pérdida de velocidad de flujo ocurre una sedimentación progresiva bajo el aspecto de barras que localmente se le conoce con el nombre de «barriales». Esta fase está continuamente sujeta al aporte de sedimentos por acción fluvial y las condiciones de drenaje que prevalecen en los suelos varían de moderado a imperfecto y ocupa una superficie de 26,570.70 hectáreas (24.51%).

- *Complejo de orillares antiguos*. Esta fase tiene las mismas características de origen que la anterior, sólo se diferencian en que es de constitución más antigua. Estos orillares se encuentran distantes del curso actual del río y han sido formados en posiciones anteriores de este. A medida que el río cambia su posición, paulatinamente en el tiempo, estas barras semilunares quedan aisladas, siendo testigos, por lo tanto, de su inestabilidad. El drenaje de los suelos de esta fase es moderado, imperfecto y pobre. Ocupa una área de 37,170.44 hectáreas (34.29%).

#### a.2. *Dique o albardones naturales*

Es una unidad fisiográfica de forma plano-convexa, ubicada en las márgenes del río Ucayali, que ocupa una superficie de 1,327.78 hectáreas (1.22%).

Se origina debido a la paulatina disminución de la velocidad del agua que se desborda del lecho del río en las continuas crecientes de éste, lo que ocasiona la sedimentación del material en suspensión. Este proceso de sedimentación es progresivo, primero se depositan las más gruesas cerca del cauce, de esta manera se forman los diques, los cuales llegan a alcanzar alturas variadas de 2 y 5 metros sobre el nivel del río y aproximadamente hasta 300 metros de ancho en ciertos sectores del río.

#### a.3. *Meandros abandonados*

Está constituido por antiguos cauces o brazo de río que han quedado aislados debido a que el río, al variar el rumbo en su continuo movimiento, ha cortado o estrangulado sus propias curvas. Tienen la forma de media luna y, por lo general, están permanentemente cubiertas con agua. Algunas veces, se alcanza a identificar incipientemente albardones de algunos metros de ancho en los bordes de estos meandros, en los que se desarrolla una limitada actividad agrícola. Se pueden clasificar en dos fases de acuerdo a su formación e identificación por imágenes:

- *Meandros abandonados antiguos*, muestran los cauces antiguos con vegetación y geoformas como, por ejemplo, las cochas. Ocupa una superficie de 1,677.29 hectáreas (1.65%).

- *Meandros abandonados recientes*, se presentan estrangulamiento de cauces recientes, como en la zona de Bagazán, por donde en la actualidad el cauce del río Ucayali se ha desviado, ocupan una superficie de 254.36 hectáreas (0.24%).

#### a.4. *Islas y bancos de río*

Se encuentran localizados en el cauce del río Ucayali, ocupan una área de 2,975.08 hectáreas (2.74%) y se originan debido a que en el período final de una creciente, la carga de materiales transportada por el río supera el caudal de éste, de manera que se produce una sedimentación constituida por arena y limos, principalmente. La mayoría de veces, estas formas de tierra son de carácter temporal, pues desaparecen al producirse nuevamente el ciclo de avenidas del río. Sin embargo, existen islas que han alcanzado cierta estabilidad y, por lo tanto, durante las crecientes sufren el efecto de las inundaciones del río.

#### a.5. *Terrazas inundables*

Es una unidad fisiográfica de relieve más o menos plano a ligeramente depresionado, originada en los últimos períodos de erosión activa y profundización del río, al romperse el perfil de equilibrio. Se caracteriza por estar expuesta, dada su escasa altura, a inundaciones frecuentes y por presentar condiciones deficientes de drenaje en grado variable, debido a su topografía, posición fisiográfica y al suelo poco permeable. Se distinguen dos fases:

- *Terrazas inundables con drenaje pobre*. Es una fase que se caracteriza por su relieve ligeramente depresionado y que recibe los aportes de las aguas de escorrentía superficial o subterránea de las tierras que la circundan, ya sea por la acción de las lluvias o de los ríos, lo que condiciona que esta fase presente un nivel freático cercano a la superficie y, por consecuencia, un deficiente drenaje. La superficie que ocupa esta fase se encuentra colindante con las terrazas planas inundables de drenaje muy pobre. Se caracteriza, además, por presentar una asociación de vegetación hidrofítica con bosque. Ocupa una extensión de 12,521.79 hectáreas (11.57%).
- *Terrazas inundables con drenaje muy pobre*. Es una fase similar a lo anterior, que se caracteriza por su relieve ligeramente depresionado y por

tener condiciones de drenaje muy deficiente; ocupan una superficie de 7,031.00 hectáreas (6.48%).

Esta unidad se identifica fácilmente por el tipo de vegetación que posee, ya que está formada por una vegetación hidrofítica, identificándose zonas constituidas esencialmente por **aguaje**.

#### b. *Llanura de sedimentación*

Es un subpaisaje que está constituido por un conjunto de terrazas cuya altura no permite que sean inundables por las crecientes normales del río. Los sedimentos depositados están constituidos por material aluviónico antiguo, el relieve varía de plano a ondulado. Han sido identificadas dos unidades fisiográficas, las que se caracterizan por el relieve y la sedimentación.

##### b.1. *Terrazas*

Es una unidad de relieve con pendiente entre 0 y 2% que comprende una zona de terrazas más o menos plana, tiene una altura de cuatro metros o más sobre el nivel del río, y no está sujeta a inundaciones, salvo en crecientes excepcionales de los ríos. Se distingue una fase fisiográfica:

- *Terrazas con drenaje moderado.* En esta fase, las terrazas presentan las condiciones de drenaje moderadas e imperfectas debido a su relieve; su localización se encuentran en la margen derecha e izquierda del río Ucayali. Se extiende en una superficie de 6,132.69 hectáreas (5.65%). Puede ser inundable en tiempos de crecidas excepcionales del río.

##### b.2 *Terrazas onduladas*

Es una unidad que identifica al primer proceso erosivo por la corriente superficial de las aguas pluviales sobre las tierras de topografía más o menos plana, configura un aspecto de ondulación suave con pendiente que oscila entre 0 y 6%. La altura de estas terrazas es de cuatro metros o más sobre el nivel de los ríos, lo que determina que solamente pueden ser inundadas en las crecientes excepcionales.

Su extensión es de 12,716.58 hectáreas (11.75%).

## CUADRO 5 PROCESOS MORFODINÁMICOS

NOMBRES	CARACTERÍSTICAS
Inundación estacional	Acumulados de limo arcilla en los bordes de los ríos.
Inundación esporádica	Con cierto período de años.
Acumulación de material en la orillas	Formación de playas, diques, islas, estirones, flechas, etc., conformadas por material detrítico.
Socavamiento lateral	Acción de zapa o excavado del río en sus sectores cóncavos, dejando un borde escarpado en las terrazas.

Elaboración propia-Modelamiento SIG 2006.



FOTOS 1 y 2. Vemos como el río socava, mediante la corriente Costanera, la terraza del cuaternario aluvial Qh-al2 y la pared lateral de la margen izquierda del cauce del río Ucayali.

#### 4.2 *Procesos morfodinámicos*

El proceso morfodinámico se desarrolla en la superficie de la tierra ocasionado por los cambios climáticos, tanto las sequías que crean ecosistemas desoladores como las fuertes precipitaciones en la cuenca que producen una serie de fenómenos morfodinámicos: deslizamientos, llocllas, etc., en la parte superior y en la parte inferior; en el caso de la Selva Baja se producirán inundaciones, erosión y sedimentación, por ejemplo, la erosión activa en las orillas laterales de la parte cóncava del meandro del río Ucayali que estaría estimada entre 0 a 50 metros por año según Ingemmet. El área de estudio es una llanura aluvial meándrica compuesta esencialmente por rocas sedimentarias que facilitan la descomposición de la roca mediante la influencia de agua ácida generada por la interacción de materia orgánica y agua. Como resultado de tales interacciones se originan las arcillas disueltas en el agua que la mantienen turbia durante casi todo el año. Ver el Cuadro 5 y las Fotos 1 y 2.

### 5. COBERTURA VEGETAL

Los vegetales que cubren el área están íntimamente relacionados con las formas morfológicas, los suelos, el clima y las influencias fluviales, como el desborde y las aguas estancadas, así como la intervención del hombre. Todo ello influye en la heterogeneidad y niveles de cobertura vegetal. Ésta se distribuye espacialmente desde las islas del río meándrico del Ucayali hacia tierra adentro de acuerdo a los diferentes niveles de altitud. En el área se han identificado seis grupos. Ver Mapa 4 y Cuadro 6.

#### 5.1 *Los aguajales*

Es una zona pantanosa de capa freática muy superficial y drenaje muy pobre. Se ubica en terrenos planos con depresiones reducidas y cercanos a los grandes ríos y quebradas que está dominado por la palmera aguaje (bosque de mauri-

**CUADRO 6**  
**COBERTURA VEGETAL**

NOMBRES	CARACTERÍSTICAS	ÁREA	
		Ha	%
Aguajales	Formado por los aguajales y plantas herbáceas flotantes	5,428.79	5.00
Bosque húmedo de colinas bajas	Bosque de conservación o de protección	15,568.39	14.37
Áreas deforestadas	Bosque deforestado o degradado, purma	64,431.48	59.46
Bosque de llanura inundable meándrica	Bosque conformado por especies del área inundable meándrica	14,575.75	13.45
Bosque húmedo de terrazas medias	Bosque de colinas en tierra firme	22.50	0.02
Humedales (pantanos)	Conformada por los gramadales	8,350.84	7.70
TOTAL ÁREA DE ESTUDIO 108,377.75			100

FUENTE: INADE-IMAGEN LANSAT-1993.

Elaboración propia.

tia) con frutos que se cosechan entre junio y octubre. Se le considera como un bosque de protección y ocupa una superficie de 5,428.79 hectáreas (5.00%).

### 5.2 Áreas deforestadas

Son áreas de las zonas correspondientes a la llanura de inundación o de desborde y de la llanura de sedimentación que han sido deforestadas. Allí existían bosques de llanura inundable meándrica (renaco), bosques húmedos de terrazas medias (cetico) y pantanos (gramadales, pastizales, guama, etc.). La superficie deforestada ocupa 64,431.48 hectáreas (59.46%).

### 5.3 Bosque húmedo de colinas bajas

El bosque de conservación o de protección se encuentra en la margen izquierda del río Ucayali, de terreno más o menos plano a ondulado medio. En él se encuentran bosques de cumala colorada (*Virola*), lupuna (*Chorisea*), ubas

(*Spondias*), etc., con muy buena producción forestal. Ocupa una superficie de 15,568.79 hectáreas (14.37%).

#### 5.4 *Bosque de llanura inundable meándrica*

El bosque de llanura inundable meándrica ocupa una superficie de 14,575.71 hectáreas (13.45%); su relieve es plano y ligeramente ondulado meándrico (renaco), bosque húmedo de terrazas medias (cetico) y con pantanos (gramadales, pastizales, guama, etc.).

#### 5.5 *Bosque húmedo de terraza medias*

Es un bosque de colinas en tierra firme. El terreno es de poca pendiente a ligeramente ondulado, y con buena producción forestal. Predomina el bosque de cumala colorada (*Virola*), tornillo (*Cedrelinga*), machimango (*Eschwesilera*), shihuahuaco (*Caumarauna*), capirona (*Calycophyllum*), etc. Ocupa una superficie de 22.50 hectáreas (0.02%).

#### 5.6 *Humedales (pantanos)*

Son bosques en terrenos ligeramente depresionados, con drenaje pobre, capa freática superficial y se ubican cerca de los grandes ríos. Están conformados por las palmeras y los gramadales. Ocupa una superficie de 8,350.84 hectáreas (7.70%).

## 6. ASPECTOS HUMANOS

### 6.1 *Distribución poblacional*

La población en el área de estudio se concentra en zonas urbanas y rurales que se localizan principalmente en ambas márgenes del río Ucayali. Para sus viviendas utilizan las pequeñas terrazas, para el cultivo de plantas las

zonas de inundación y como medio de comunicación aprovechan la vía fluvial.

La población total es de 180,923 habitantes y hay 33,264 viviendas, con un promedio de 5.43 personas por vivienda (Cuadros 7 y 8). Tiene una alta tasa de crecimiento a nivel departamental, de 4.6% entre 1972-1981, 5.5% entre 1981-1993 y 5.5% entre 1993-2000 (INEI, 2000). Este incremento es producto del crecimiento vegetativo y de la migración.

La migración en la provincia de Coronel Portillo registró 17,985 inmigrantes y 13,687 emigrantes en el período 1976-1981, y 29,023 inmigrantes y 24,969 emigrantes en el período 1988-1993, con saldos migratorios positivos en los dos períodos de 4,298 y 4,054 personas respectivamente (INEI-UNFA,1995). Este comportamiento demográfico se debe principalmente al cultivo de la coca, extracción de la madera, productos típicos y el comercio que tiene la zona.

a. *El área urbana:* comprende una extensión de 2,288.52 hectáreas y está conformada por una población de 172,286 habitantes. Su densidad poblacional es de 75.28 personas por hectárea, que ocupan 31,760 viviendas, con promedio de 5.42 personas por vivienda. Se distribuyen en dos ciudades: Pucallpa y Yarinacocha.

– *La ciudad de Pucallpa* se encuentra ubicada en una terraza alta de la margen izquierda del río Ucayali, entre las coordenadas geográficas 8° 23' 11" de latitud sur y 74° 31' 43" de longitud oeste, a una altitud de 154 msnm. Tiene una población de 147,227 habitantes (1993) en una superficie de 1,921.25 hectáreas, con una densidad poblacional de 76.63 personas por hectárea; ocupan 10,690 viviendas con un promedio de 5.48 habitantes por vivienda. La ciudad está compuesta por seis urbanizaciones, tres asociaciones y 57 pueblos jóvenes.

Los pueblos jóvenes y asentamientos humanos que se encuentran en una zona peligrosa son: La Hoyada, Miguel Grau y el Barrio Iquitos. La ciudad se encuentra en una zona peligrosa. Ver Fotos 3 y 4, Cuadro 7 y Mapa 5.



Foto 3. Centro Educativo del Barrio de Iquitos (2003). (En la actualidad no existe).



Foto 4. La ciudad de Pucallpa y el río Ucayali (2003). Se muestra la zona de inundación, las playas, barrizales y la vulnerabilidad a que están expuestas los barrios marginales: Malecón Grau, Barrio Iquitos.

- *Yarinacocha* se ubica en el noroeste de la ciudad de Pucallpa, con un área urbana de 367.27 hectáreas y una población de 28,059 habitantes. La densidad poblacional es de 68.23 personas por hectárea, hay 4,954 viviendas y el promedio es de 5.08 personas por vivienda. Está conformada por 12 pueblos jóvenes y dos urbanizaciones.

Los asentamientos que se encuentran en la zona vulnerable son: Puerto Callao y Seis de Junio y la demás se encuentran en zona peligrosa. Ver Cuadro 7 y Mapa 5.

CUADRO 7  
CENTROS URBANOS

Cod.	NOMBRES	POBLACIÓN	ÁREA (Ha)	VIVIENDAS	DENSIDAD (Hab/Ha)	Hab/Viv.
01	PUCALLPA	147,227	1,921.25	26,836	76.63	5.48
02	YARINACOCHA	25,059	367.27	4,924	68.23	5.08
	TOTAL	172,286	2,288.52	31,760	75.28	5.42

FUENTE: INEI.1994. Elaboración propia.

b. *El área rural*: generalmente se encuentra localizada en ambas márgenes del río Ucayali. Está conformada por 8,637 habitantes, con 1,504 viviendas y un promedio de 5.7 personas por vivienda. Se distribuye espacialmente en 30 centros poblados, y tres comunidades nativas. El centro poblado de Nuevo San Juan es el más poblado con 883 habitantes y 145 viviendas; la de menor población es el centro poblado Juventud con 42 habitantes y siete viviendas. El promedio es de 6.08 y seis personas por vivienda respectivamente.

De acuerdo al mapa de peligros, 18 centros poblados se encuentran ubicados en una zona muy peligrosa, 14 en zona peligrosa, cuatro en zona de peligro medio y uno en zona de peligro bajo. Ver Cuadro 8 y Mapas 5, 6 y 7.

## 6.2 Aspecto socioeconómico

El aspecto social se manifiesta por la gran presencia de las comunidades nativas, entre las que sobresale la shipibo-conibo, y por los migrantes de los diferentes puntos del país y del extranjero que van en busca de mejores oportunidades para su desarrollo y el aprovechamiento de los recursos naturales que tiene la zona.

En el área rural, la estructura de la actividad productiva está regida fundamentalmente por la explotación forestal, agropecuaria, la caza y la pesca; es decir, el predominio de la actividad primaria, que se basa en la extracción de la madera para proveer los aserraderos de la ciudad de Pucallpa; pero esta actividad primaria genera, a su vez, un elevado nivel de subempleo, pobreza y extrema pobreza.



**CUADRO 8**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y LAS VIVIENDAS RURALES**

CÓDIGO	NOMBRE	POBLACIÓN	%	VIVIENDAS	Hab/Viv.
1	NUEVO SAN JUAN	883	10.22	145	6.09
2	NUEVO BAGAZÁN	481	5.57	72	6.68
3	SANTA ISABEL	438	5.07	73	6.00
4	SANTA CARMELA	431	4.99	79	5.46
5	JOSÉ OLAYA	425	4.92	78	5.45
6	ÉXITO	407	4.71	67	6.07
7	SAN ISIDRO	393	4.55	64	6.14
8	SANTO DOMINGO	370	4.28	69	5.36
9	EGA	355	4.11	63	5.63
10	PUCALPILLO	354	4.10	62	5.71
11	INDEPENDENCIA	298	3.45	46	6.48
12	NUEVA LUZ	297	3.44	67	4.43
13	SANTA TERESA	283	3.28	48	5.90
14	NUEVO BARRANCO	215	2.49	32	6.72
15	TERCERA UNIÓN	200	2.32	38	5.26
16	JUAN VELASCO	184	2.13	30	6.13
17	PALESTINA	171	1.98	32	5.34
18	SAN MARTÍN DE PORTILLO	167	1.93	28	5.96
19	LUZ LINDA	141	1.63	26	5.42
20	NUEVA ALIANZA	209	2.42	39	5.36
21	CARMENCITA	114	1.32	20	5.70
22	MANGUAL	95	1.10	17	5.59
23	CALIFORNIA	89	1.03	21	4.24
24	CHANAJAO	55	0.64	13	4.23
25	JUVENTUD	42	0.49	7	6.00
26	ALFONSO UGARTE	104	1.20	22	4.73
27	SAN LORENZO	230	2.66	43	5.36
28	NUEVE DE FEBRERO	137	1.59	21	6.52
29	LIMÓN	115	1.33	16	7.19
30	PUERTO BETHEL	375	4.34	65	5.77
31	NUEVO H. MOHEMA	73	0.85	12	6.08
32	SAN LORENZO	382	4.42	68	5.62
33	ONCE DE AGOSTO	124	1.44	21	5.90
	TOTAL	8637	100.00	1504	5.74

FUENTE: INEI. Censo 1993 / Elaboración propia.

La ciudad de Pucallpa es un centro de crecimiento industrial, comercial y turístico. Destacan, por ejemplo, la industria maderera, petrolera, aceitera, cervecera, etc.; también se observa un gran crecimiento del comercio, la concentración de bancos, grandes almacenes y otros servicios. El turismo crece en forma sostenida motivado por los atractivos paisajísticos, culturales y gastronómicos que existe en el área de estudio. Todo ello incentiva la actividad secundaria y la terciaria.



# V

## Ingreso de datos y procesamiento de la información

### 1. INGRESO DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL Y TABULAR

La información gráfica y la creación de la base de datos no gráficas para el Sistema de Información Geográfica fue ingresada al sistema para su vectorización, georreferenciación y la construcción de la topología. Se siguieron dos rutas para ver cuál de ellas es la más ventajosa en la automatización:

- Digitalización manual, georreferenciación y topología.
- Escaneo, vectorización, georreferenciación y construcción de topología.

#### 1.1 *Digitalización manual, georreferenciación y topología*

Los siguientes mapas preparados en gabinete fueron ingresados a la computadora para su automatización:

- ◆ Mapa Base año 1986, en base a la Carta Nacional, escala de ingreso 1/100,000.
- ◆ Mapa de geológico 1997, escala de ingreso 1/100,000.
- ◆ Mapa del cauce principal del río Ucayali 1986, escala de ingreso 1/100,000.
- ◆ Mapa del cauce principal del río Ucayali 2003, escala de ingreso 1/100,000.
- ◆ Mapa de centros urbanos con datos del INEI, 1993, Pucallpa y Yarinacocha, escala de ingreso 1/100,000
- ◆ Mapa de centros poblados y comunidades nativas del área de estudio con datos del INEI, 1993, escala de ingreso 1/100,000.

Para su ingreso, se utilizaron los siguientes programas y siguieron los pasos que se detallan a continuación:

- ◆ Con el programa **AutoCad 2000** y el tablero digitalizador se procedió al calcado del mapa mediante los comandos de diseño: **point**, **polinea** y **sketch**; luego se archivó con el formato **dx**f. Seguidamente se visualizó en el programa **MapScan** para corregir los errores y luego se guardó con la misma extensión.
- ◆ En el programa **Arc Info 3.5.1**, se efectuó la edición y georreferenciación de coberturas, convirtiendo los archivos anteriores de extensión **dx**f a cobertura **Arc info**. Para ello se utilizó los comandos **DXFARC**, además el archivo anterior y el nuevo archivo, **\$REST, YES**. Luego se llevó a cabo la intersección de líneas que por error pudieran haber quedado abiertas, se trabajó con el módulo **CLEAN** y para la construcción de la topología de cada cobertura se usó el módulo **BUILD**. Seguidamente, para la creación y edición de mapas (bases de datos gráficos), se trabajó con el módulo **Arcedit**. Con la orden **EDITCOVERAGE** se especifica la cobertura para visualizar, con la orden **DRAWENVIRONMENT** se corrigió los errores de arcos sobrantes o colgantes. Se seleccionaron, se borraron y se visualizaron. En seguida se definió el espacio de estudio, mediante los **TIC** en los cuatro puntos, luego se grabó con la orden **SAVE** y sale con la orden **Q** del modulo **Edit**.

El paso siguiente fue transformar las coordenadas y arcos del archivo a la proyección correspondiente **BUTM**, es decir, a coordenadas UTM. Luego visualizamos en el **ARC VIEW**. Este procedimiento es largo, cuidadoso y demanda más tiempo.

### 1.2 *Escaneo, vectorización, georreferenciación y construcción de topología*

Los siguientes mapas se elaboraron en gabinete, mediante el uso de las imágenes de satélite y la teledetección:

- ◆ Mapa de cobertura vegetal (INADE, 2000), ajustada con la imagen, 1993, a escala 1:000,000.
- ◆ Mapa geomorfológico elaborado basándose en la imagen de satélite 1993, ajustada con el informe de la zona Pucallpa-Abujao (ONERN, 1978), a escala 1:100,000.

- ◆ Mapa del cauce principal del río Ucayali, 1993, escala de ingreso 1/100,000. Elaborado a partir de la imagen de satélite 1993.

Cada uno de estos tres mapas ingresó a la computadora mediante el uso del scanner. Se siguieron los siguientes pasos:

- ◆ Con el programa **Photoshop 7.0**, se escaneó el mapa a escalas o tonalidades de grises o blanco negro, luego se grabó con la extensión JPG. Seguidamente se usó el software **MapScan** para realizar la vectorización automática, edición y para luego exportarla con extensión **SHP**.
- ◆ En el programa **ArcView** se visualizó el archivo para proceder a la georreferenciación mediante las extensiones **Projector!** y **Register and transform tool** y se grabó como **transfl.shp**.
- ◆ Luego se utilizó el programa **PC ARC 3.5.1 / ARCW** para convertir los archivos con extensión **SHP** a cobertura **Arc/Info**; se utilizó la orden **SHAPEARC**, luego **CLEAN** para la edición, **BUILD** para la topología, **CREATELABELS** para la codificación automática, **BUILD** para el ajuste de los polígonos y salir con **QUIT**. Luego se visualizó en **ARC-VIEW**. Este procedimiento es mucho más rápido que el anterior pero demanda el uso de equipos más rápidos y programas actualizados.

## 2. EDICIÓN

Los atributos de las variables de cada uno de los mapas fueron ingresados por medio de la digitación de los polígonos respectivos, siguiendo los pasos anteriores y en forma automática se mostró los siguientes campos: **SHAPE**, **ÁREA**, **PERÍMETRO** y **CÓDIGO**, que aparecieron en todas las filas y columnas de los polígonos del mapa. Posteriormente, la información ingresada al sistema tuvo que pasar un control de calidad de los datos gráficos y tabulares (atributos).

## 3. ENLACE DE LA BASE DE DATOS GRÁFICO Y TABULAR

El enlace de la base de datos gráfico y tabular se logra a través de algunas de las funciones incorporadas en el software del **ArcInfo** y **ArcView SIG**.

Para ello es necesario indicar sólo una vez logrado el enlace, la información en dichos componentes queda totalmente relacionada para su aplicación posterior, es en este momento que se asegura que la base de datos del SIG está implementada.

#### 4. PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

Uno de los productos más accesibles en forma inmediata es la recuperación y despliegue de la información contenida en la base de datos. La producción cartográfica es totalmente automatizada y es conocida como cartografía digital. Ello nos servirá para el siguiente paso.

#### 5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO

La gestión de la base de datos se efectúa a través de las funciones de análisis incorporadas en el software. Éstas permiten el análisis geográfico/ambiental del territorio y el modelamiento de la base de datos, con ello se logra múltiples posibilidades de aplicación. A continuación se describen y despliegan algunos productos y resultados obtenidos de la base de datos y se desarrolla el modelamiento que permitió la determinación de las áreas críticas.

La información está clasificada y almacenada en la base de datos SIG de la siguiente manera:

5.1 *Información básica para la determinación de las áreas peligrosas.* Al margen de la información básica del atributo de cada capa se crearon nuevos campos para el análisis y procesamiento, utilizando las siguientes órdenes: Table, Start Editing, Edit y Add field.

Una vez activada la capa y la base de datos, nos dirigimos al menú **Table** y activamos **Start Editing**, luego al menú **Edit** y activamos la orden **Add field**; seguidamente se escriben las características que tendrá el campo y luego llenamos las filas de la columna descrita. Aquí vemos los campos que se generaron:

1. **Geológico:** Shape, Área, Perímetro, Cod. Id., Era, Sistema, Serie, Unidad Litosférica, Símbolo, Grosor, Peso.

2. **Geomorfológico:** Shape, Área, Perímetro, Cod. Id. Paisaje, Sub Paisaje, Unidades, Fases o Unidades Geomorfológicos, Peso.
  3. **Cobertura vegetal:** Shape, Área, Perímetro, Cod. Id., Nombres, Características, Peso.
  4. **Hidrografía**
    - 4.1 **Cauce principal del río Ucayali 1986:** Shape, Área, Cod. Id., Perímetro, Nombre.
    - 4.2 **Cauce principal del río Ucayali 1993:** Shape, Área, Cod. Id., Perímetro, Nombre.
    - 4.3 **Cauce principal del río Ucayali 2003:** Shape, Área, Cod. Id., Perímetro, Nombre.
- 5.2 *Información referencial para la determinación de los centros o áreas vulnerables y críticas:*
1. **Centros urbanos:** Shape, Área, Cod. Id., Perímetro, Nombre, Población, Viviendas.
  2. **Centros poblados:** Shape, Área, Cod. Id., Perímetro, Nombre, Población, Viviendas.

La unificación de estas dos informaciones, además de la recabada en campo y gabinete, deben llevarnos a determinar las áreas críticas.



## VI

# Estructuración y modelamiento

Para la estructuración del modelo se ha tenido en cuenta el objetivo del proyecto para poder predecir, en base a la selección de las variables, estableciéndolas en un orden jerárquico, de acuerdo a la superficie que ocupa cada variable. Del mismo modo, para la determinación de la jerarquía se ha utilizado el Mapa de Unidades Homogéneas, la que dará el número de polígonos de cada variable.

Lo que se busca es un modelo que nos ayude a delimitar los cambios del río, así como las geoformas, para ubicar los lugares críticos y los apropiados para una mejor planificación y, de esa manera, conseguir el desarrollo sostenido y ambiental del área.

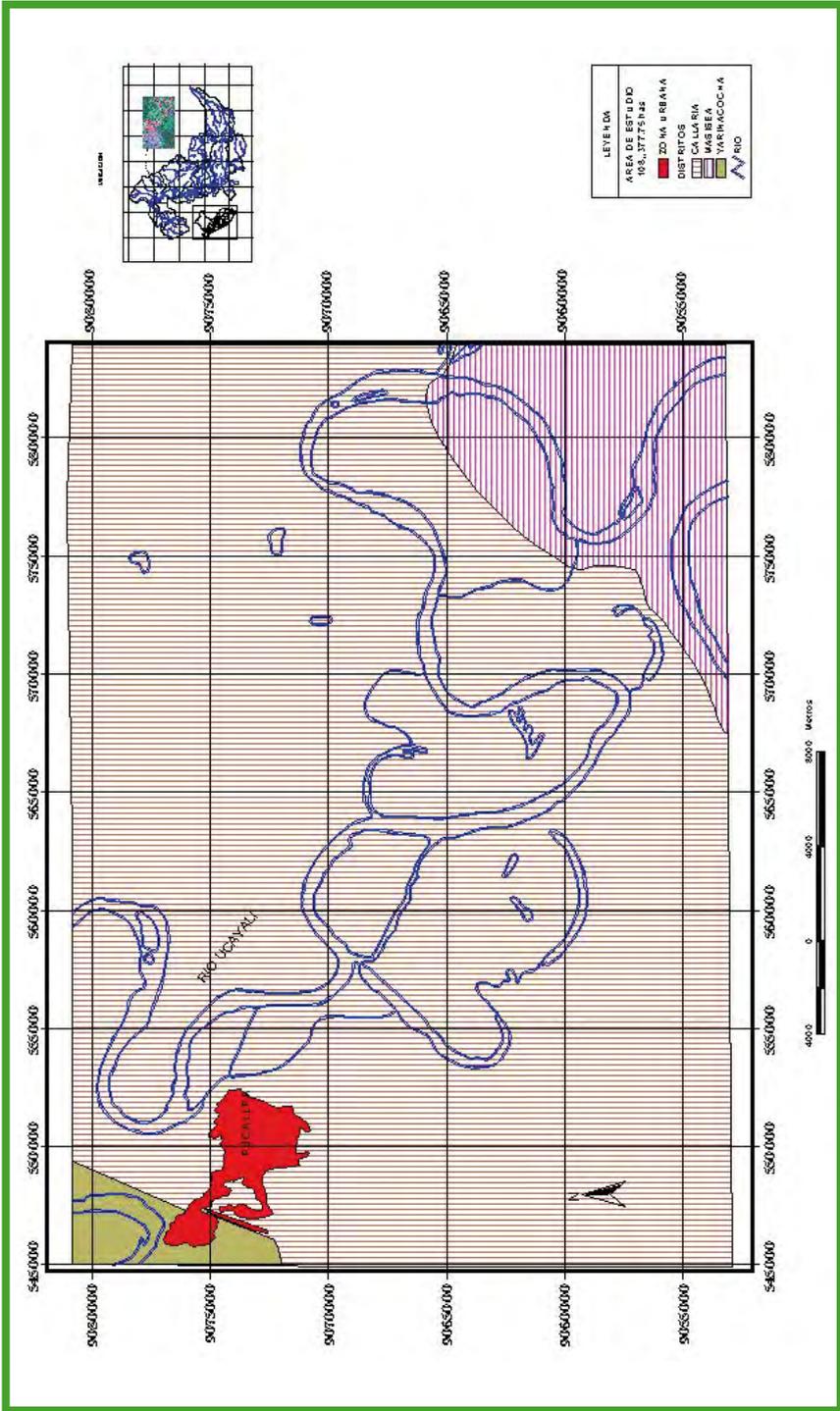
Se usó el programa **Arc View 3.2**, con la extensión **Geoprocessing**, que es un módulo que sirve para efectuar superposiciones de capas de información. Consta de diversas operaciones espaciales que permiten el análisis y la representación de los datos existentes, así como la generación de nuevas capas de información procedentes de las anteriores, como, por ejemplo, las órdenes de **Clip, Intersect, Union, Merge, etc.**

De esa manera se procedió a la estructuración del modelo.

### 1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Activamos en **File** la extensión **Geoprocessing** y en el menú **View** el **GeoProcessing Wizard**; con la orden **CLIP** usamos para delimitar e igualar el área de estudio de todas las capas, como son: unidades litoestratigráficas, unidades geomorfológicas, cobertura vegetal, cauce principal del río Ucayali en 1986, 1993 y 2003, centros urbanos, centros poblados. Ver Mapa 1a.

MAPA 1 a  
UBICACIÓN



## 2. VALORACIÓN DE LAS VARIABLES

La valoración de las variables se estableció basándose en criterios y características fundamentales que identifica a cada una de ellas; asimismo, se igualó la calificación en el rango de 0 a 10 para cada una de las capas.

### 2.1 Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas están constituidas por los depósitos fluviales, depósitos aluviales, la formación Ucayali y la formación Ipururo. Estas unidades se diferencian de acuerdo al tiempo de su litificación, desde el actual hasta el Plioceno y Mioceno. (Ver Mapa 2 y Cuadro 9).

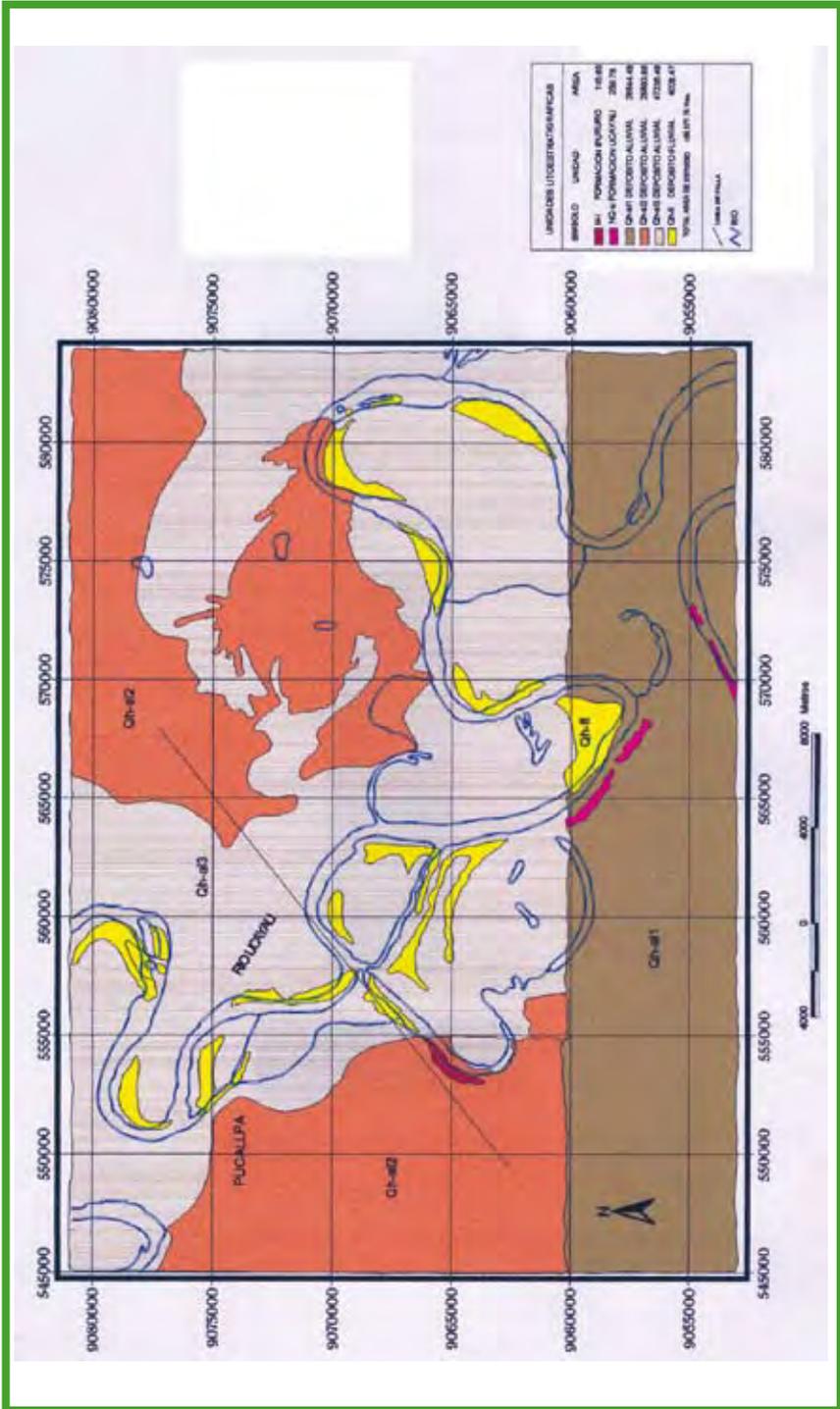
- **Depósito fluvial**, constituido por arenas y sedimentos limoarcillosos; por su reciente formación de sedimentos fluviales y compactación se le ha asignado un peso de 10.
- **Depósito aluvial Qh-al3**, conformado por arena limoarcillosa en pequeños bancos, con estratificaciones; por el tiempo de estratificación y sus características geológicas se le da un peso de 8.
- **Depósito aluvial Qh-al2**, conformado por arcilla arenosa en bancos macizos, tiene la misma formación que el anterior, pero en tiempo de formación es más antiguo, por lo que se le da un peso de 6.

CUADRO 9  
PONDERACIÓN DE PARÁMETROS Y VARIABLES PARA LA UNIÓN DE  
COBERTURAS LITOESTRATIGRÁFICAS

COD	PARÁMETRO	VARIABLE	PESO
01	– ANTIGÜEDAD – ESTRATIFICACIÓN – TIEMPO DE FORMACIÓN – COMPOSICIÓN	DEPÓSITO FLUVIAL(Qh-fl)	10
02		DEPÓSITO ALUVIAL(Qh-al3)	08
03		DEPÓSITO ALUVIAL(Qh-al2)	06
04		DEPÓSITO ALUVIAL(Qh-al1)	05
05		FORMACIÓN UCAYALI(NQ-U)	04
06		FORMACIÓN IPURURO (N-i)	01

Elaboración propia.

MAPA 2  
UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS



- **Depósito aluvial Qh-all**, conformado por arcilla arenosa de estructura granular; de la misma formación que las anteriores pero mucho más antiguo, por lo que se le da un peso 5.
- **Formación Ucayali**, que tiene arcilla y arena, color marrón verdoso con estratificación cruzada; son rocas más antiguas y resistentes en formación, se le da un peso de 4.
- **Formación Ipururo**, conformada por limo arcilla de coloración gris blanquecina, amarillenta, blanco amarillento en estratos; son más antiguas que las anteriores y tiene estructuras resistentes, se le asigna un peso de 1.

## 2.2 Unidades geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas están caracterizadas por la antigüedad, drenaje, los procesos y las geoformas como: meandros, tahuampas, barrizales, caños, etc. Ver Mapa 3 y Cuadro 10.

**CUADRO 10**  
**UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

COD	PARÁMETRO	VARIABLES	PESO
01	– CERCANÍA AL CURSO DEL RÍO – DEPRESIÓN – DRENAJE – GEOFORMA – PROCESO – ESTRATIFICACIÓN	COMPLEJO DE ORILLARES RECIENTE	10
02		COMPLEJO DE ORILLARES ANTIGUO	05
03		MEANDRO ABANDONADO RECIENTE	09
04		MEANDRO ABANDONADO ANTIGUO	04
05		DIQUES O ALBORDONES	04
06		ISLAS O BANCOS DE RÍO	08
07		TERRAZAS INUNDABLES CON DRENAJE POBRE	07
08		TERRAZAS INUNDABLES CON DRENAJE MUY POBRE	09
09		TERRAZAS CON DRENAJE MODERADO	03
10		TERRAZAS ONDULADAS	02

Elaboración propia.



– *Complejo de orillares recientes*

Esta forma de tierra presenta en conjunto el aspecto de barras semilunares y se encuentra localizada en la parte convexa de los meandros del río Ucayali. Se origina por el desplazamiento de la línea de flujo máximo del agua hacia la parte cóncava de los meandros, originando que por la pérdida de velocidad de flujo ocurra una sedimentación progresiva bajo el aspecto de barras que localmente se le conoce con el nombre de «barriales»; por estar en contacto con el curso del río se le asigna un peso de 10.

– *Complejo de orillares antiguos*

Esta fase tiene las mismas características de origen descritas que la anterior, solo se diferencia en que es de constitución más antigua. Estos orillares se encuentran distantes del curso actual del río. A medida que el río cambia su posición, paulatinamente en el tiempo, estas barras semilunares van quedando aisladas, por lo tanto, son testigos de su inestabilidad. El drenaje de los suelos que conforman en esta fase es moderado, imperfecta y pobre; además es más antiguo que la anterior y está más alejado del curso del río; se le asigna un peso de 5.

– *Dique o albardones naturales*

Es una unidad geomorfológica de forma plano-convexa. Se originan debido a la paulatina disminución de la velocidad del agua que se desborda del lecho del río en las continuas crecientes de éste, lo que ocasiona la sedimentación del material en suspensión. Este proceso de sedimentación es progresivo, primero se depositan las más gruesas cerca del cauce, de esta manera se forman los diques, los cuales llegan a alcanzar alturas variadas en 2 y 5 metros sobre el nivel del río y aproximadamente hasta 300 metros de ancho en ciertos sectores del río; se le asigna un peso de 4.

– *Meandros abandonados antiguos*

Está constituido por antiguos cauces o brazo de río con forma semilunar; se le asigna un peso de 4.

– *Meandros abandonados recientes*

Está constituido por recientes cauces o brazo de río con forma semilunar y que están en constante erosión lateral del cauce del río; se le da un peso de 9.

– *Islas y bancos de río*

Se encuentran localizados en el cauce del río Ucayali. Se originan en el período final de una creciente, cuando la carga de materiales transportada por el río supera el caudal de éste, de manera que se produce una sedimentación constituida por arena y limos, principalmente; se le asigna un peso de 8.

– *Terrazas inundables con drenaje pobre*

Es una fase que se caracteriza por su relieve ligeramente depresionado y que recibe los aportes de las aguas de escorrentía superficial o subterránea de las tierras que la circundan. Estos pueden ser por la acción de las lluvias o de los ríos, lo que ocasiona que esta fase presente un nivel freático cercano a la superficie y, en consecuencia, un deficiente drenaje. Por ello se le asigna un peso de 7.

– *Terrazas inundables con drenaje muy pobre*

Es una fase similar a la anterior. Se caracteriza por su relieve ligeramente depresionado y por tener condiciones de drenaje muy deficiente. Esta unidad se identifica fácilmente por el tipo de vegetación que sustenta, ya que está formada por una vegetación hidrofítica, hay zonas conformadas esencialmente por **aguaje**; se le asigna un peso de 9.

– *Terrazas con drenaje moderado*

Es una unidad de relieve con pendiente entre 0 y 2%, que comprende en la zona terrazas planas; tiene una altura de 4 metros o más sobre el nivel del río, y no está sujeta a inundaciones, salvo en crecientes excepcionales de los ríos. Las condiciones de su drenaje son moderadas e imperfectas; se le asigna un peso de 3.

– *Terrazas onduladas*

Es una unidad que identifica al primer proceso erosivo originado por la precipitación pluvial sobre las tierras de topografía plana. Por ello presenta un

aspecto de ondulación suave con pendiente que oscila entre 0 y 6%. La altura de estas terrazas es de 4 metros o más sobre el nivel de los ríos, lo que determina que solamente pueden ser inundadas en las crecientes excepcionales; se le asigna un peso de 2.

### 2.3 Cobertura vegetal

Los vegetales que cubren el área están íntimamente relacionados con las formas morfológicas, los suelos, el clima y las influencias fluviales, así como por el hombre. Ver Mapa 4 y Cuadro 11.

CUADRO 11  
COBERTURA VEGETAL

COD	PARÁMETRO	VARIABLE	PESO
01	- FRAGILIDAD - COMPOSICIÓN FORESTAL - DEFORESTACIÓN - UBICACIÓN	AGUAJALES	07
02		ÁREAS DEFORESTADAS	09
03		BOSQUE HÚMEDO DE COLINAS BAJAS	02
04		BOSQUE DE LLANURA INUNDABLE MEÁNDRICA	05
05		BOSQUE HÚMEDO DE TERRAZAS MEDIAS	04
06		HUMEDALES (PANTANOS)	08

Elaboración propia.

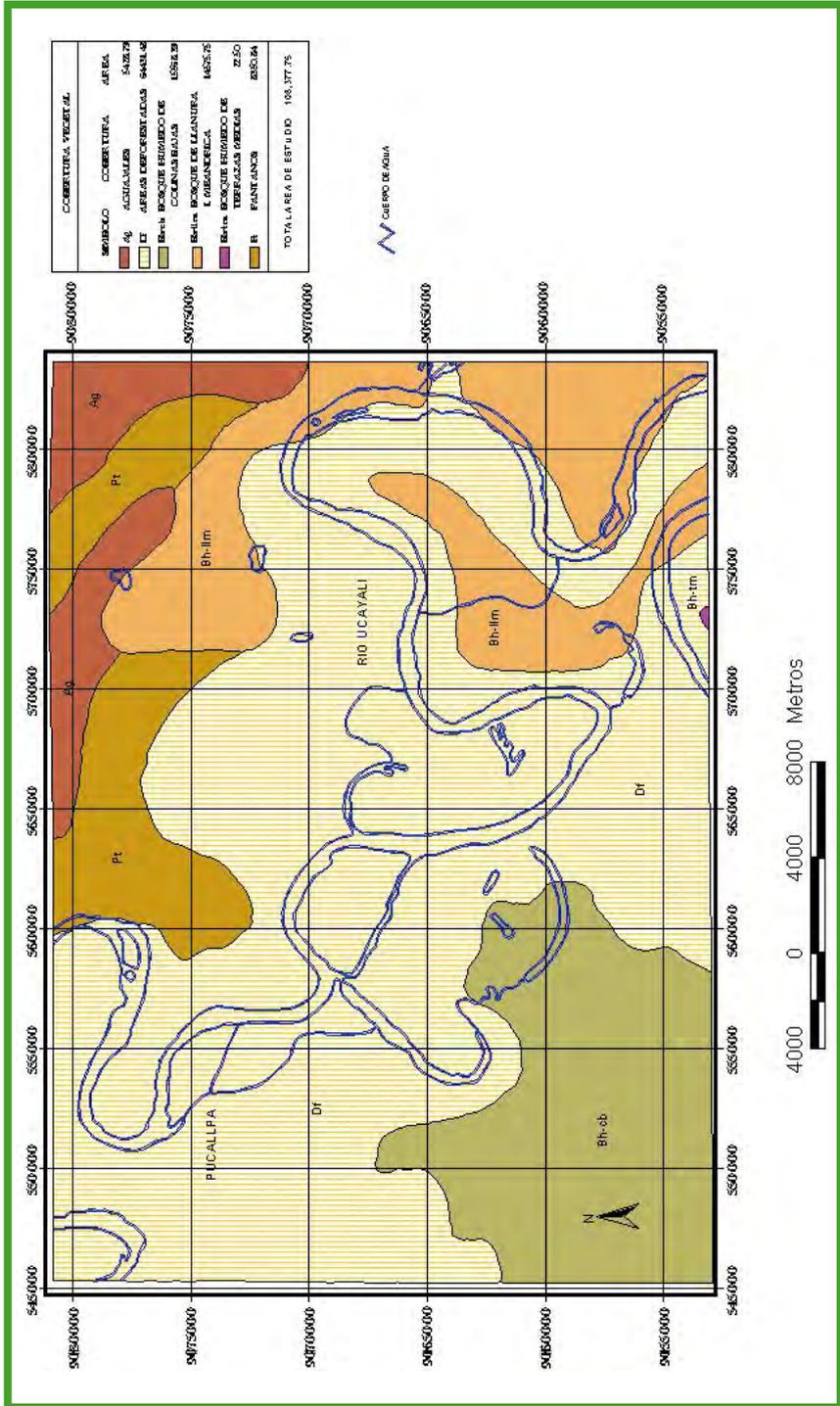
#### – *Los aguajales*

Es el área pantanosa de capa freática muy superficial y drenaje muy pobre, se ubica en terrenos planos depresionados y cercanos a los grandes ríos y quebradas que está dominado por la palmera aguaje con frutos comestibles; se le asigna un peso de 7.

#### – *Áreas deforestadas*

Son las zonas de las áreas correspondientes a la llanura de inundación o de desborde y de la llanura de sedimentación que han sido deforestadas. Allí existían los bosques de llanura inundable meándrica (renaco), bosques húme-

MAPA 4  
COBERTURA VEGETAL



dos de terrazas medias (cetico) y los pantanos (gramadales, pastizales, guama, etc.); por las características de deforestación en las zonas frágiles se le asigna un peso de 9.

– *Bosque húmedo de colinas bajas*

Bosque de conservación o de protección que se encuentra en la margen izquierda del río Ucayali, de terreno plano a ondulado medio, con bosques de cumala colorada (*Virola*), lupuna (*Chorisea*), ubas (*Spondias*), etc., con muy buena producción forestal; por las características de los bosques se le asigna el peso de 2.

– *Bosque de llanura inundable meándrica*

El bosque de llanura inundable meándrica tiene el relieve plano a ligeramente ondulado meándrico (renaco), bosque húmedo de terrazas medias (cetico) y los pantanos (gramadales, pastizales, guama, etc.); se le asigna el peso de 5.

– *Bosque húmedo de terrazas medias*

Es un bosque de colinas en tierra firme que presenta un terreno plano a ligeramente ondulado, tiene buena producción forestal, entre las que predominan el bosque de cumala colorada (*Virola*), tornillo (*Cedrelinga*), machimango (*Eschweilera*), shihuahuaco (*Caumarauna*), capirona (*Calycophyllum*), etc.; por la cobertura que constituye el área se le asigna el peso de 4.

– *Humedales (Pantanos)*

Son bosques ubicados en terrenos ligeramente depresionados, con drenaje pobre y capa freática superficial. Se encuentran cerca de los grandes ríos y están conformados por las palmeras y los gramadales; se le asigna el peso de 8.

### 3. PONDERACIÓN DE LAS VARIABLES

Se ordenaron las capas, luego se crearon dos campos en cada capa, uno para sus códigos y el otro para la ponderación de cada uno de los polígonos. Ver Cuadros 9,10 y 11.

Así, para crear los campos de las variables, desplegamos la capa y luego activamos la orden **Open theme tables**, para visualizar los atributos; en seguida vamos al menú **table**, activamos la orden **start editing**. Luego vamos al menú **Edit** y activamos **Add field** para crear el campo y luego digitamos los atributos con la orden **edit**. Este procedimiento lo realizamos para todas las capas.

#### 4. OPERACIONES CON LAS CAPAS

Consiste en integrar las capas con el objeto de efectuar las operaciones para determinar los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos que nos muestran los cambios del río Ucayali en el área de estudio.

El peligro está asociado con un fenómeno físico de origen natural o de origen tecnológico, provocado por el hombre, que puede manifestarse en el medio ambiente; por ejemplo, las inundaciones en el llano amazónico.

La vulnerabilidad viene a ser la predisposición intrínseca de las personas a ser afectadas, o susceptibles de sufrir daños, pérdidas por efecto de los peligros naturales. El rango de vulnerabilidad está en función del carácter selectivo de los peligros.

Los riesgos son el resultado de relacionar los peligros y la vulnerabilidad, con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un evento o fenómeno. Para la evaluación de los riesgos, en primer término, se deben examinar los peligros, la vulnerabilidad y consecuentemente los riesgos.

CUADRO 12  
CUADRO DE RANGO DE PELIGROS

COD	NOMBRE	RANGO
01	PELIGRO BAJO	4 - 9
02	PELIGRO MEDIO	10 - 16
03	PELIGRO ALTO	17 - 23
04	PELIGRO MUY ALTO	24 - 29

Elaboración propia.

Para ello, se procedió de la siguiente manera:

- En **File** activamos la extensión **Geoprocessing** y en el menú **View** el **GeoProcessing Wizard**. Con la orden **union two themes** integramos las variables de litoestratigrafía con las unidades geomorfológicas y obtenemos: Peligro 1 en el archivo **g2f2\_P1.Shp**; y con la orden **unión two themes** integramos el archivo **g2f2\_P1.Shp** con la cobertura vegetal obtenemos como resultado Peligro2 **P1fo\_P2.Shp**.
- Luego en la base de datos creamos dos campos, uno para la sumatoria de los peligros totales y el otro para los rangos de los peligros; luego se efectúan las operaciones de suma de peligros y se establecen los rangos de peligros, se procede. Ver Cuadro 12 y Mapa 6.
- Vamos al menú **Table** activamos **Start Editing** y luego en el menú **Edit** a la orden **Add Field**, creando dos campos **Pel\_T** y el otro **Peligro\_t**; con **Calcut** se efectúa la operación siguiente. Ver Modelo 1.

#### MODELO 1

$$\text{Pel\_T} = (\text{Peligro}) + (\text{peligro\_2}) + (\text{Peligro\_3})$$

Elaboración propia.

Para establecer el rango de peligro: **Peligro\_t**, activamos en el menú **Query Builder** y se realiza la operación de conjuntos. Ver Modelo 2.

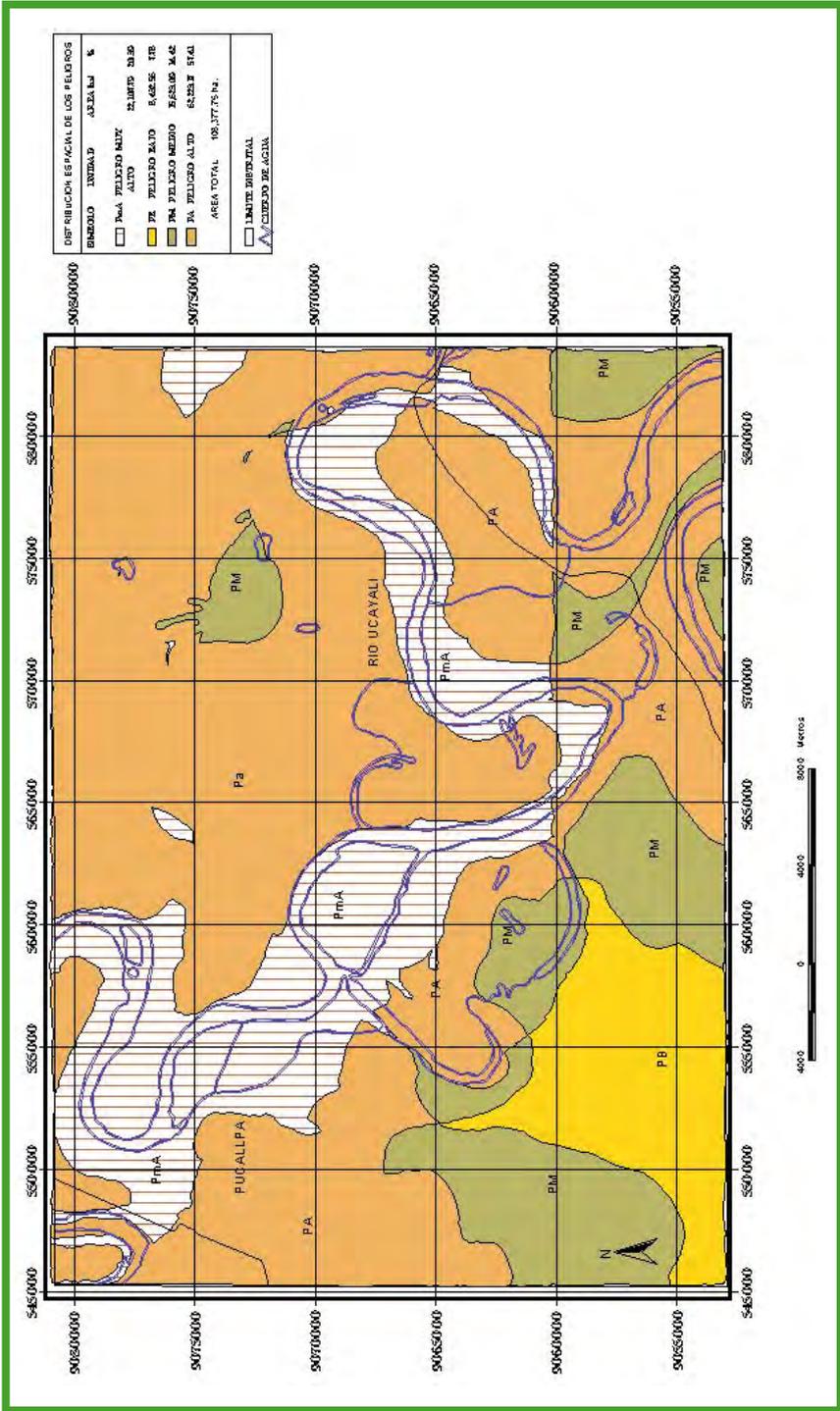
#### MODELO 2

$$((\text{Pel\_t}) \geq 4) \text{ and } ((\text{Pel\_t}) \leq 9).$$

Elaboración propia.

Se seleccionan todos los polígonos que están dentro del rango 4 a 9; en el menú activamos **Promote**, lo que nos posicionará para el siguiente paso; luego activamos **Calcut**, se escribe «**peligro bajo**» con asteriscos y así se continúa con los demás rangos hasta finalizar. Ver Cuadro 12.

MAPA 6  
PELIGROS



## 5. CONTROL

Se revisó el producto tanto de los datos espaciales como de la base de datos; como se encontraron muchos polígonos en el mapa, se procedió a disolverlos con la finalidad de que se queden sólo los polígonos de peligros.

Se activó en el menú **View** el **GeoProcessing Wizard** y la orden **Disolve features based on an attribute**; para la limpieza de las líneas y guardarlo el archivo como **PFinal.shp**. La que nos mostró en forma espacial y de atributos desde peligro muy alto a peligro bajo. (Mapa 6)

## 6. DINÁMICA DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO UCAVALI

Se activó el **GeoProcessing Wizard** y se procedió a la intercepción de los cauces 1986, 1993 y 2003, para ver los tramos del curso del río que se mantienen estable. Ver Modelo 3.

### MODELO 3

Tramo Estable del curso = (C.P. 1986) n (C.P.1993) n (C.P.2003)

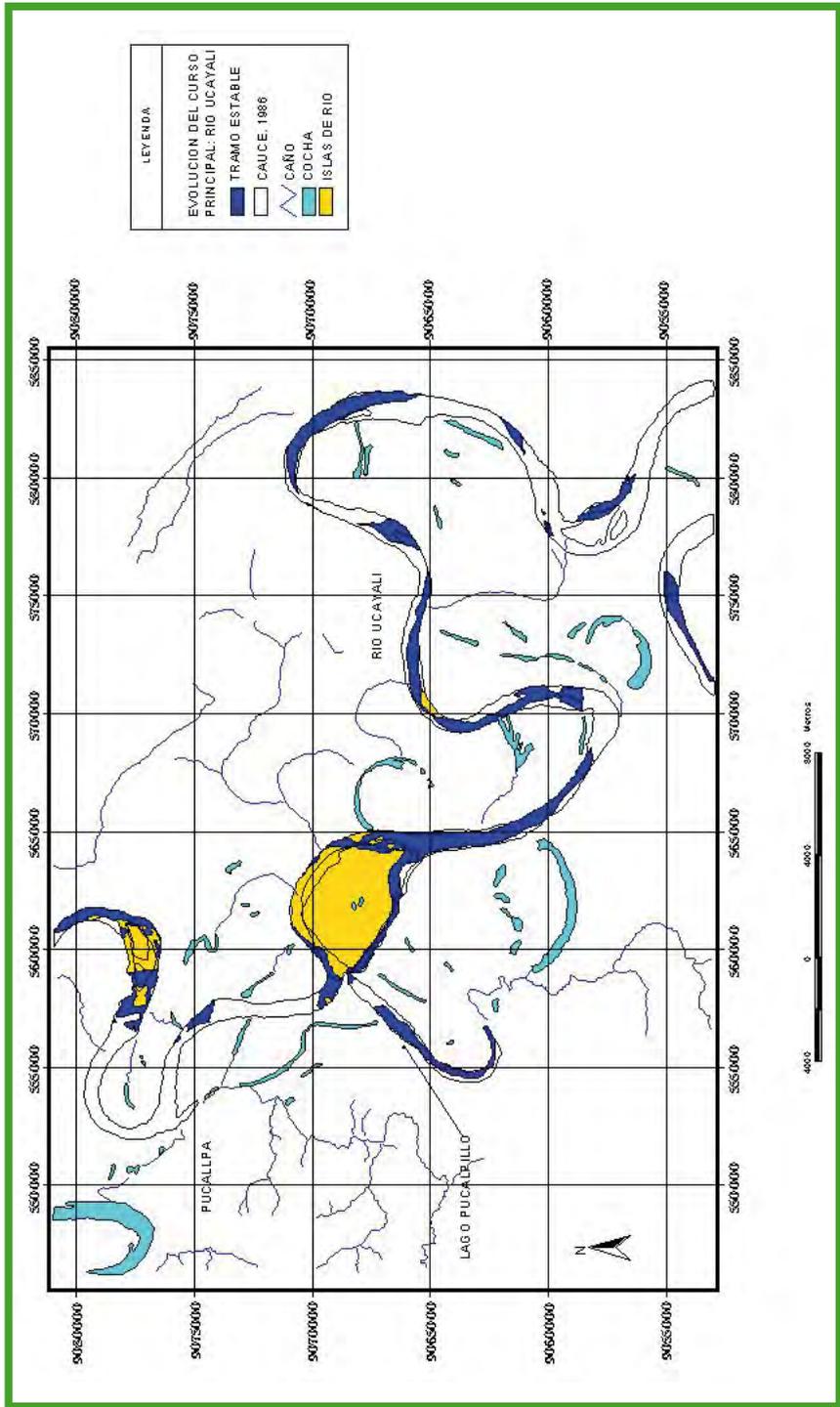
Elaboración propia.

Luego se activó la capa de peligro, la capa del cauce principal del río de los años 1986, 1993 y 2003, la capas fijas y los cambios. Ver Mapas 8, 8<sup>a</sup>, 9 y 10.

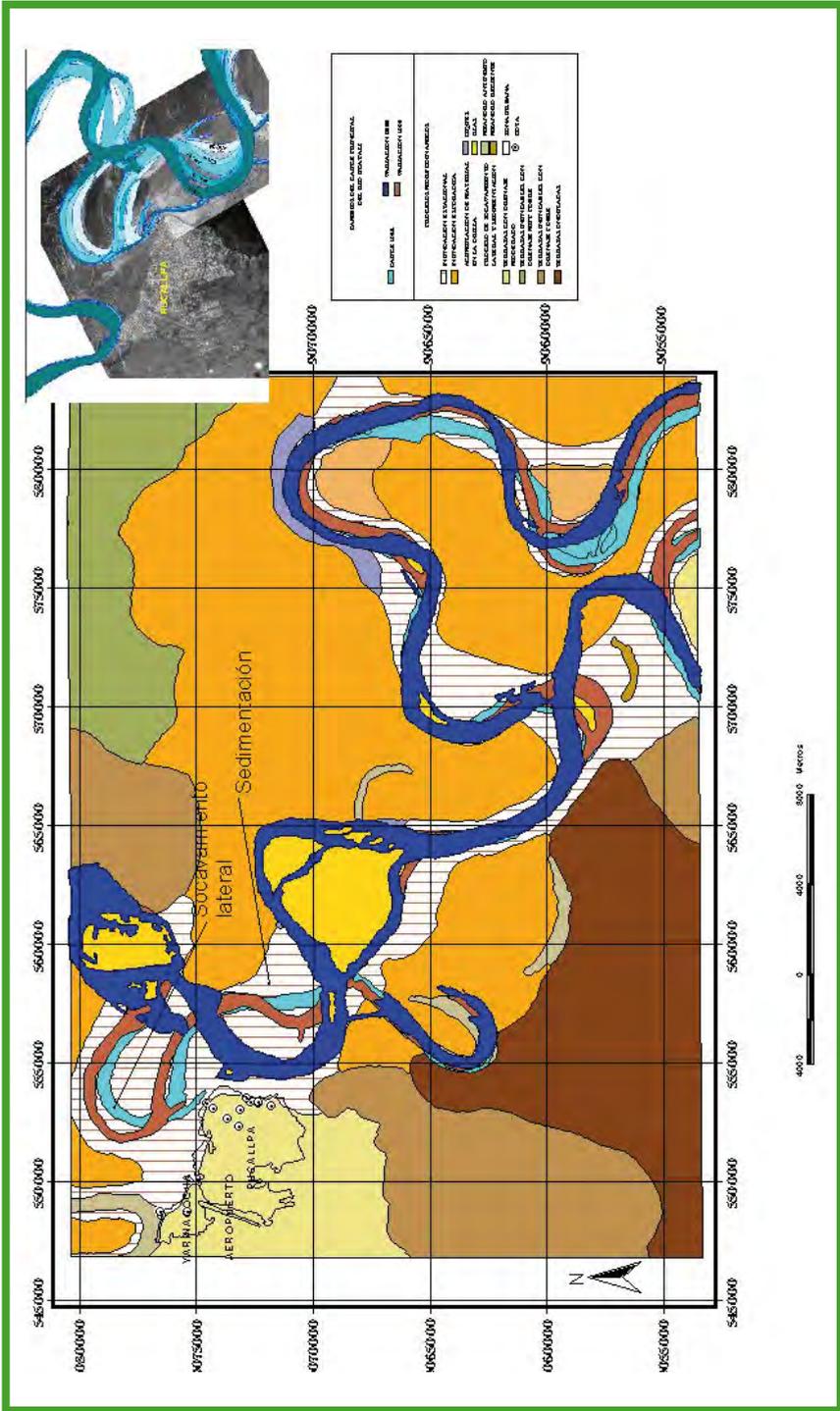
Vemos que el cauce se desplaza en la zona identificada como de peligro muy alto; luego se superpuso el cauce principal del año 1993, con lo que se observó que el río comienza a variar y socavar fundamentalmente la zona de San Isidro, Pucalpilllo, Bagazán y el puerto Italia; pero existen zonas que mantienen su posición como se muestra en el mapa interceptado como es el lago Pucalpilllo y la zona de San Juan. Finalmente, se superpuso el cauce principal del año 2003, lo que nos muestra una gran variación que rompe los meandros de Nueva Italia y Bagazán; de esta manera podemos ir moni-



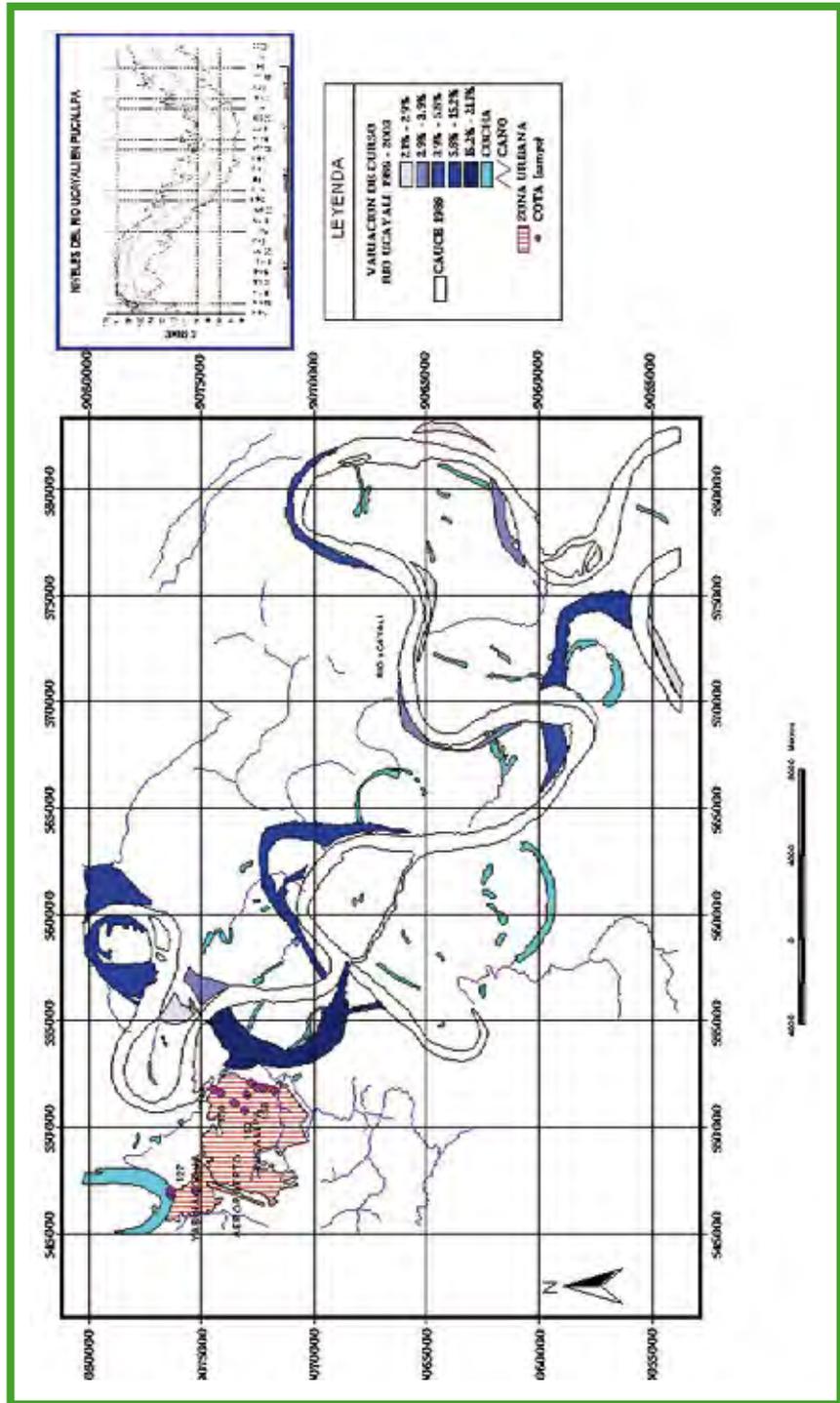
MAPA 8A  
CAMBIOS DEL RÍO



MAPA 9  
EVOLUCIÓN DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO UCAYALI



MAPA 10  
 TRAMOS ESTABLES DEL CURSO PRINCIPAL DEL RÍO UCAVALI. 1986-2003



toreando las variaciones del río Ucayali insertando al modelo imágenes de satélite o cauces digitales en base a imágenes de satélite.

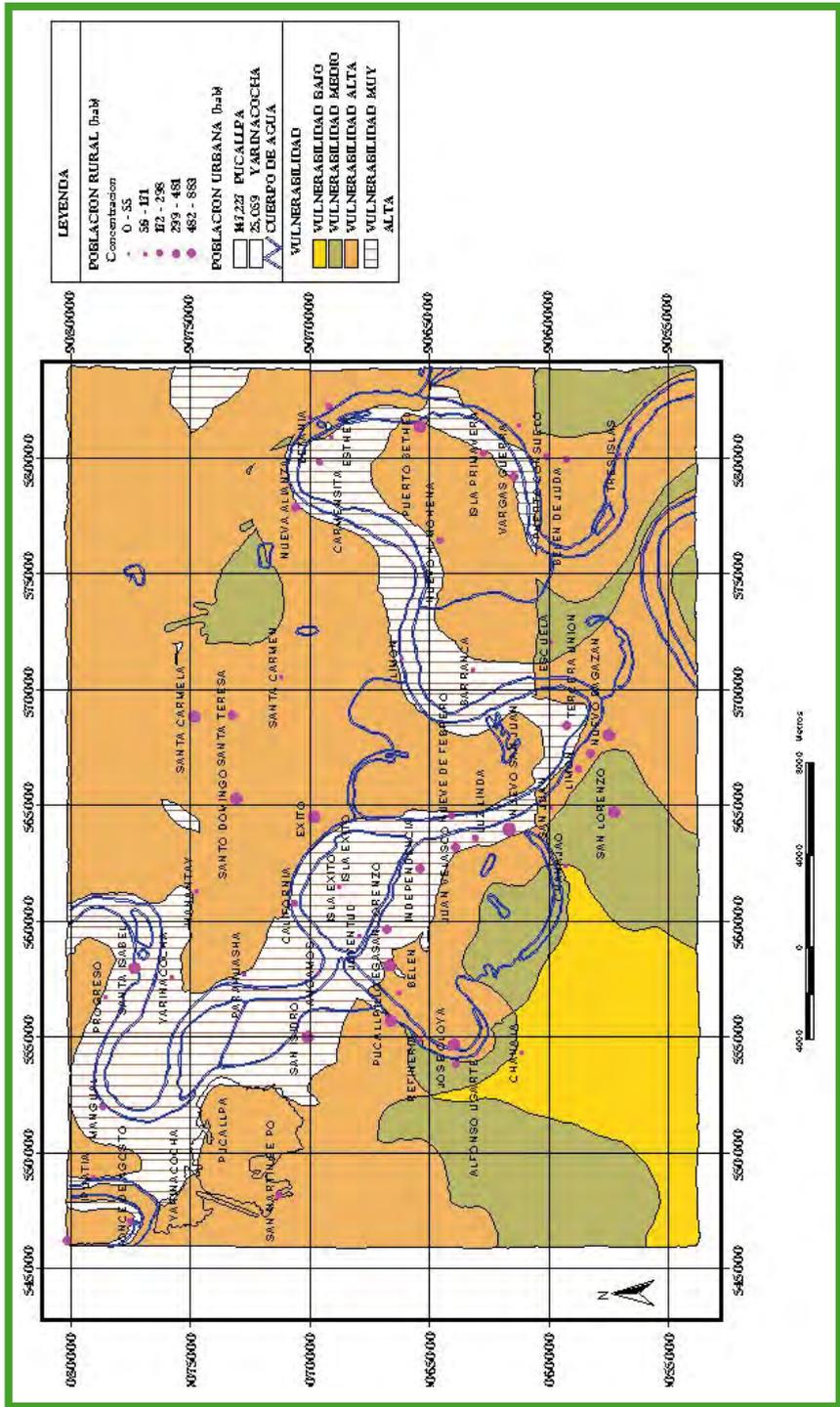
Por otro lado, en el Mapa del río Ucayali de Antonio Raimondi (1875), se observa la zona meándrica del cauce; pero no se encuentran representado el lago Yarinacocha, la isla de Pucallpa, ni el lago Pucalpilllo; pero sí en el mapa de Oscar Mavila (1905); por lo que se supone que estas geofomas se habrían formado entre los años 1875 y 1905.

## **7. VULNERABILIDAD DE LOS CENTROS POBLADOS Y ZONAS URBANAS**

Dentro de ArcView activamos las capas de peligros, de variación del río y centros poblados (Mapa 7). Luego procedemos a superponer sobre la capa de peligros, la capa de centros poblados rurales, y la de la variación del cauce principal del río Ucayali; con lo que encontramos que los centros poblados se localizan en la zona muy peligrosa, vulnerable y que están en constante riesgo por inundación. Esta situación es la que ocasiona pérdidas en vidas humanas, infraestructura, salud, etc. La comparación entre los mapas y el trabajo de campo confirma la desaparición de una serie de centros poblados, que luego aparecen con el nombre de «nuevo», por ejemplo, Bagazán aparece después como Nuevo Bagazán.

Con respecto a la zona urbana, en el programa ArcView activamos el modelo: los peligros, dinámica del río y los centros urbanos. Al interrelacionar las capas (layers), se ve que la ciudad de Pucallpa y Yarinacocha se localizan en la zona peligro alto y peligro muy alto; la evolución de la capa (layer) del río se acerca a las ciudades respectivas. Es más, ya vienen ocasionando daños en vidas humanas, salud, educación, infraestructura. Los más afectados son los barrios marginales colindantes al río, que están ubicados en áreas vulnerables y están en constante riesgo. Entre ellos están el barrio Iquitos, Malecón Grau, la Hoyada, etc. Esto mismo lo comprobamos en el trabajo de campo.

MAPA 7  
VULNERABILIDAD





## VII

# Análisis de los resultados

### 1. INTEGRACIÓN DE LAS VARIABLES: LITOSTRATIGRÁFICAS, GEOMORFOLÓGICAS Y COBERTURA VEGETAL

La variable de las unidades litoestratigráficas, que se presenta en el mapa temático 2, está compuesta por seis polígonos que son: formación Ipururo (0.10%), formación Ucayali (0.24%), depósito aluvial Qh-al1 (24.78%), depósito aluvial Qh-al2 (27.58%), depósito aluvial Qh-al3 (43.58%) y depósito fluvial (3.72%)

Abarca desde lo más antiguo (Neógeno) hasta lo más reciente (Cuaternario), conformada por materiales como limo arcilla gris, blanquecina, amarillenta, blanco-amarillenta con pequeños estratos; hasta las arenas, arcilla, limo y materia orgánica de zona de inundación fluvial. Aquí las mayores áreas están constituidas por materiales deleznable de sedimentos de menor antigüedad como es el depósito aluvial Qh-al3 (43.58%) y mientras que las menores áreas están conformadas por materiales más resistentes y de mayor antigüedad al Plioceno y Mioceno.

Se integró con la variable de unidades geomorfológicas (ver Mapa 3), que están compuestas por 10 polígonos que son: Complejo de orillares reciente (24.51%), complejo de orillares antiguo (34.20%), diques o albardones naturales (1.22%), meandro abandonados reciente (0.24%), meandro abandonados antiguo (1.55%), islas o bancos del río (2.74%), terrazas inundables con drenaje pobre (11.57%), terrazas inundables con drenaje muy pobre (6.48%), terrazas con drenaje moderado (5.65%), terrazas onduladas (12.61%). Estas unidades son resultados de los procesos de sedimentación y erosión que caracteriza a la llanura aluvial donde la pendiente es menor a 4°. Pero observamos un mayor porcentaje de llanura meándrica, donde la pendiente es menor a 1° y está sujeta a los períodos de crecidas y de estiaje

de las aguas, lo que favorece al suelo y a la cobertura vegetal adecuada. En esta zona se producen inundaciones, con pobre drenaje, sedimentación; por lo que el paisaje adquiere geformas como: los bajiales, las tahuampas, los caños y los barrizales.

Luego se le integró con los polígonos de la variable de cobertura vegetal (ver Mapa 4), que están clasificados en seis polígonos que son: los aguajales (5.0%), bosque húmedo de colinas bajas (14.37%), áreas deforestadas (59.46%), bosque de llanura inundable meándrica (13.45%), bosque húmedo de terrazas medias (0.02%), humedales (7.70%). Sus características responden a las plantas que cubren la superficie del relieve desde las áreas deforestadas hasta los bosques de conservación. La vegetación se sitúa en el centro del ecosistema, determina la existencia del clima, influye en la erosión del suelo por medio de la aportación de sus restos y protege el suelo con su follaje, regula la estructura hídrica e influye a través de ésta en el clima del suelo.

Pero, a su vez, el conjunto de la vegetación depende del microclima y del suelo. Si en un ecosistema se altera o se destruye la vegetación —como se ve en el área deforestada, que es de 59.46%, es muy alto para un medio tan frágil como producto de la intervención irracional del hombre—, como consecuencia, en forma espontánea, cambia toda la estructura geográfica y toda la interacción de los elementos del paisaje.

La integración de las tres variables mostradas en el Mapa 6 y Cuadro 13 representan el resultado de la distribución espacial de las áreas de peli-

CUADRO 13

COD	NOMBRE	ÁREA	
		Ha	%
01	PELIGRO MUY ALTO	22,107.79	20.39
02	PELIGRO ALTO	62,223.17	57.41
03	PELIGRO MEDIO	15,623.09	14.42
04	PELIGRO BAJO	8,423.56	7.78
TOTAL		108,377.75	100.00

FUENTE: Elaboración propia.

gro como son la zona de peligro muy alto que ocupa 20.39%; peligro alto, 57.41%; peligro medio, 14.42% y peligro bajo, 7.78%. Con el procedimiento del modelo se ha identificado las áreas sensibles de la zona como se muestra en el cuadro y el mapa.

## **2. CAMBIOS DEL CURSO DEL RÍO UCAYALI E IMPACTO AMBIENTAL**

### *2.1 Cambios del curso del río Ucayali*

Con la superposición de los mapas digitales del cauce principal del río Ucayali, según el Mapa 8 y Cuadro 14, y tomando como base el mapa del cauce principal del año 1986 se tiene que entre los mapas del año 1986 y 1993, los cambios y las zonas del cauce se mantienen con relativa estabilidad. (Ver Mapas 8<sup>a</sup>, 9 y 10).

Analizando los cuadrantes y las coordenadas UTM, se nota que los mayores cambios se dan en los cuadrantes: 1 de 145 m/a, 4 de 142 m/a y 6 de 136m/a, cuya dirección de la corriente de aguas van de NO, SO y SE, respectivamente, y de menor avance se da en el cuadrante 10 de 6m/a en dirección SO, es una zona de relativa calma. Debemos resaltar que en el cuadrante 2 el avance es de 49 m/a y 57 m/a, cuya corriente del agua van en dirección NE y SE.

Como resultado, podemos mencionar que ya se nota una cierta evolución de los meandros del cuadrante 2 y 6 que corresponde a los lugares de Nueva Italia y Nuevo Bagazán; pero también se ve en el cuadrante 4 el avance del río Ucayali a la ciudad de Pucallpa a causa de la evolución de los meandros.

Interceptando lo anterior y superponiendo los mapas del cauce principal de 1993 y 2003, observamos un gran avance en los cuadrantes 2 de 110m/a, 4 de 223m/a, 5 de 250 y 6 de 670 m/a, cuya dirección de las corrientes de sus aguas van en dirección NE, SO, NO, SE a S respectivamente, lo que nos muestra los siguientes resultados:

Que en los cuadrantes 4 y 5 notamos un gran avance en direcciones opuestas NO y SO; este último viene acercándose a la ciudad de Pucallpa.

**CUADRO 14**  
**AVANCE DEL CAUCE DEL RÍO UCAYALI: 1986-1993-2003**

COORDENADAS (UTM)			1983-1993			1993-2003		
Cod	X	Y	Avance(m)	Pro.m/a	Dirección	Avance(m)	Promm/a	Dirección
01	550000	9075000	1014	145	NO	4103	410	SE
	555000	9080000						
02	555000	9075000	349	49	NE	1527	110	NE
	560000	9080000	403	57	SE			
03	560000	9075000	292	41	NE	1105	152	E
	565000	9080000						
04	555000	9070000	994	142	SO	2233	223	SO
	560000	9075000						
05	560000	9070000	356	51	N	2501	250	NO
	565000	9075000						
06	570000	9055000	954	136	SE	3739	670	SE
	575000	9060000				2966		S
07	575000	9065000	324	47	S	436	44	S
	580000	9070000						
08	580000	9060000	771	110	NE	344	34	NE
	585000	9065000						
09	575000	9055000	297	42	NO	997	99	NO
	580000	9060000						
10	555000	9065000	40	6	SO	44	4	SE
	560000	9070000						

FUENTE: Elaboración propia/Análisis del Modelo SIG.

En los cuadrantes 2 y 6 se ve el socavamiento lateral, el cambio y avance del río y como consecuencia el estrangulamiento de los meandros de Nueva Italia y Nuevo Bagazán (Mapa 8).

Al interceptar los cauces principales de 1986, 1993 y 2003, obtenemos como resultado los cauces que han permanecido con cierta estabilidad (ver

Mapa 10). Haciendo las mediciones de avance obtenemos que en el cuadrante 10 el río no sufre muchas modificaciones, se nota solamente un avance de 4m/a en dirección SE, que correspondería a épocas de las crecidas y vaciantes del río. Son los tramos del lago Pucalpilllo y San Juan: esto se evidencia con el croquis de patrón de tránsito fluvial recabado en el trabajo de campo (ver Mapa 8a).

## 2.2 *Impacto ambiental*

Teniendo en cuenta los mapas digitales litoestratigráficos, unidades geomorfológicas, cobertura vegetal, las variaciones del río, el cuadro de las características físicas y químicas de los suelos (ver Mapas 2, 3, 4 y Cuadro 15), se tiene:

Las variaciones del río se muestran en la unidad fluvial, aluvial Qh-al3, orillares recientes y cobertura vegetal deforestada; que contrastando con las muestras de la localidad de California en cuanto al análisis físico de la arena, limo y arcilla nos da resultado de clase textura de arcilla, franco, que corroboran las características de las unidades anteriores. En cuanto al análisis químico, los resultados son favorables para el crecimiento de plantas propias del hábitat y el uso, así como para la siembra de determinados cultivos. El impacto ambiental es producto de las crecidas y las vaciantes del río, ya que el río trae estos sedimentos. Pero, por otro lado, las que corresponden al área deforestada se encuentran en constante erosión del suelo.

El área litoestratigráfica aluvial Qh-al2, orillares antiguos, también pertenecen a la cobertura vegetal deforestada; donde el río dejó sus sedimentos hace muchos años, que la muestra tomada de suelos en la localidad de 4 de Julio sobre las características físicas de arena, limo y arcilla nos da como resultado suelos de arcilla limosa, franco limoso y las características químicas que es producto de las inundaciones pasadas y la acción de las plantas en el proceso de formación de los suelos.

### – *Percepción ambiental*

Para comprobar y buscar las evidencias del modelo sobre los cambios del río Ucayali y su influencia ambiental, se elaboró una encuesta entre las personas

**CUADRO 15**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE BAJAL RECIENTE Y ANTIGUO**

Ubicación	Muestra	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O %	P ppm	N %	ANÁLISIS CAMBIABLES meq/100 me.						CICE	
		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textura					Ca	Mg	K	Suma	% Sat Bases	Acidez		% Sat Al
9 de Febrero 1	1A1	12,24	45,28	42,28	Arcilla, limosa	5,96	1,31	11,00	0,05	15,06	1,90	0,10	17,06	99,1	0,15	0,9	17,21
	1A2	100,00	0,00	0,00	Arena	6,71	0,17	4,00	0,07	4,06	0,55	0,07	4,68	100,0	0,00	0,0	4,69
	1C1	32,24	12,48	12,48	Franco limoso	8,01	0,41	4,00	0,02	12,83	1,24	0,06	14,03	100,0	0,00	0,0	14,13
	1C2	92,24	0,00	0,00	Arena	8,33	0,07	2,00	0,00	3,65	0,53	0,05	4,23	100,0	0,00	0,0	4,23
9 de Febrero	2A1	6,24	55,28	38,48	Fran arcil limo	7,69	0,72	7,00	0,03	15,55	2,15	0,08	17,78	100,0	0,00	0,00	17,78
2	2A2	42,24	45,28	12,48	Franco	8,30	0,38	5,00	0,02	11,77	1,59	0,07	13,43	100,0	0,00	0,00	13,43
	2C	86,24	13,76	0,00	Arena Franca	8,47	0,00	3,00	0,00	6,17	1,50	0,07	7,74	100,0	0,00	0,00	7,74
	3A1	16,24	33,28	50,48	Arcilla	5,52	0,14	9,00	0,04	15,01	3,40	0,07	18,48	97,9	0,40	2,1	18,88
California 1	3C1	54,24	31,28	14,48	Franco Arenoso	6,36	0,21	9,00	0,01	8,01	2,26	0,06	10,33	99,0	0,10	1,0	10,43
	3C2	86,24	13,76	0,00	Arena Franca	8,38	0,00	4,00	0,00	7,17	0,90	0,10	8,17	100,0	0,00	0,0	8,17
	3C3	76,24	12,58	8,48	Franco Arenoso	8,18	0,00	5,00	0,00	5,58	2,75	0,05	8,38	100,0	0,00	0,0	8,38
	4A1	6,24	19,28	74,48	Arcilla	5,95	1,19	5,00	0,08	17,56	3,03	0,14	20,73	99,3	0,15	0,7	20,88
California 2	4C1	8,24	7,28	20,48	Arcilla	8,12	0,79	1,00	0,03	8,61	2,47	0,06	11,14	100,0	0,00	0,0	11,14
	4C2	41,52	48,00	10,48	Franco	8,26	0,69	1,00	0,03	7,99	3,35	0,07	11,41	100,0	0,00	0,0	11,41
	5A1	8,24	35,18	56,58	Arcilla	6,82	3,93	9,00	0,16	15,21	2,26	0,16	17,63	100,0	0,00	0,0	17,63
Nuevo Ucayali	5C1	17,52	58,00	24,48	Franco limoso	5,87	1,17	9,00	0,05	12,46	3,10	0,10	15,66	99,4	0,10	0,6	15,76
	5C2	37,52	46,00	16,48	Franco	6,67	0,14	6,00	0,01	8,26	2,44	0,09	10,79	100,0	0,00	0,0	10,79
	5C3	73,52	18,00	8,48	Franco Arenoso	8,48	0,00	4,00	0,00	6,19	3,81	0,05	10,05	100,0	0,00	0,0	10,05
4 de Julio	6A1	10,24	45,28	44,48	Arcilla limosa	7,61	0,14	3,00	0,01	15,76	3,67	0,08	19,51	100,0	0,00	0,0	19,51
	6C1	11,52	60,72	27,76	Franco limoso	8,04	0,00	2,00	0,00	11,16	4,10	0,05	15,31	100,0	0,00	0,0	15,31
	6C2	33,52	52,72	13,76	Franco limoso	8,03	0,34	3,00	0,01	9,46	2,86	0,04	12,36	100,0	0,00	0,0	12,36
1 de Julio	6C3	31,52	54,72	13,76	Franco limoso	8,41	0,00	4,00	0,00	7,78	3,88	0,04	11,70	100,0	0,00	0,0	11,70
4 de Julio	7A	8,24	37,28	54,48	Arcilla	7,32	1,66	4,00	0,07	18,40	3,83	0,08	22,31	100,0	0,00	0,0	22,31
jul-02	7C	9,52	60,72	29,76	Franco arc. lim	7,21	0,62	3,00	0,02	2,88	2,72	0,04	5,64	100,0	0,00	0,0	5,64

**CUADRO 16**  
**UBICACIÓN DE LOS LUGARES**

DISTRITOS	LUGARES	ALTITUD (msnmm)	COORDENADAS	
			X	Y
PUCALLPA	Plaza de Armas de Pucallpa	156	0551549	9073336
	Plazuela El Reloj	152	0551898	9072882
	MAPLE GAS	150	0551843	9072568
	Margen del río	148	0551887	9072556
	Nivel del río	145	0551887	9072556
	Malecón Grau Orilla	142	0552087	9073086
	La Hoyada	144	0551835	9074870
	Sáenz Peña /Cahuide	150	0551608	9074570
	Sáenz Peña /Inmaculada	156	0551160	9073930
	Centenario/7 de Junio (El Óvalo)	153	0550803	9073412
	Anís Caño	146	0551730	9072012
YARINACocha	Lobo Caño (Yarinacocha)	157	0547050	9075724
	Lago Yarinacocha (orilla)	138	0546868	9076862
	Yarinacocha Caño	127	0547074	9076896

FUENTE: Elaboración propia/Trabajo de campo GPS.

entendidas de mayor edad y que viven en la zona. Para ello, se seleccionó una muestra de 37 personas al azar. De ellas, el 97% eran hombres y 3% mujeres; tenían un promedio de residencia de 57.24 años; nivel de educación primaria, 38%; secundaria, 43% y superior, 19%. Su labor exclusiva está orientada a la actividad privada (comerciante, ganadero, agricultor, etc.) 86% y 14% a la actividad pública.

Respecto a las variaciones del río, manifestaron que conocían e indicaron hasta donde había llegado, señalaron que había sido «hasta el malecón Grau»; mencionaron también, en su mayoría, dos variaciones: uno entre 1954 o 1957 (donde el río se aleja) y el otro en el 2003 (el río se acerca) y que este último empieza ya a cambiar el curso en el año de 1994. La erosión empezó a la altura de los pueblos de Pucalpilló, San Pedro, San Isidro y Barrio Iquitos. A

consecuencia de ello, el pueblo de Palestina está creciendo poblacionalmente. En cambio, Masisea ha quedado muy alejado del río por lo que los profesores están desocupados, debido a que el alumnado se ha desplazado a la ciudad de Pucallpa. Los pueblos como San Isidro, San Pedro, Tercera Unión, Éxito, Comunidad Nativa Sharara, Vista Alegre, San Isabel, Ega y Santa Clotilde desaparecen. Asimismo, la erosión en la ciudad de Pucallpa viene afectando a los asentamientos humanos del Barrio Iquitos, las Malvinas, Malecón Grau, las que desaparecen y se reubican. La bomba que extrae agua del río Ucayali está en constante cambio por efecto de la variación del curso del río. En forma progresiva fueron desapareciendo los pueblos y barrios que se ubicaron en el lecho mayor del río que se inunda con las crecientes y en las riberas del río como: Barrio Iquitos, Malecón Grau, Malvinas, San Isidro, San Pedro, Pucallpa, Independencia, Nuevo San Juan, Juan Velasco, California, Ega, Nueva Luz, Nueva Betania, Santa Rosa de Masisea, etc.

Los encuestados señalaron también que los fenómenos naturales que ocurren en la zona son: inundaciones, barrizales, bajiales, tahuampas, tipishca, cochas, etc. Las inundaciones son más frecuentes y ocurren todos los años, ya sea con mayor o menor daño; afectan a los pueblos, a la infraestructura y a los servicios como la agricultura, ganadería, comercio, etc.

En cuanto a seguridad, se les preguntó, ¿adónde recurriría en caso de una emergencia?, respondieron al Concejo, 74%; Policía, 13% y Defensa Civil, 12%. Y ¿si ocurriera el fenómeno?, buscaría un lugar seguro, 87%; pediría auxilio, un 3%; y si ¿conoce un lugar seguro? respondieron sí, 97%, en lugares altos, y no 3%.

Sobre los beneficios que nos ofrecen estos fenómenos respondieron que los bajiales en épocas de estiaje y los barrizales, sirven para la siembra del arroz, maíz, yuca, maní, frijol Chiclayo, etc. En el transporte, las inundaciones nos acortan el viaje por las sacaritas, es decir, que se llenan de agua y las tahuampas favorecen en la pesca porque se presentan variedades de peces de las aguas fluviales.

En cuanto a los conocimientos ancestrales que pronostican los fenómenos naturales o los desastres, el 65% de los encuestados señaló conocer algunos, como: «cuando da mucho fruto el mango», «el mijando de la boa», «la

nubes», «cuando abunda la fruta», «cuando el sapo croa», «cuando la luna cambia de posición», etc. El 35% respondió no conocer algún saber ancestral o indicador natural.

### 3. RIESGOS DE LOS CENTROS URBANOS Y CENTROS RURALES

Teniendo en cuenta los Mapas de Peligros, Vulnerabilidad, los Cambios del curso del río Ucayali, Poblacional (ver Mapas 6, 7, 8 y Cuadro 16) y el Mapa de Riesgos (ver Mapa 11), se han podido establecer los siguientes riesgos:

**a. El riesgo por inundación fluvial**, este fenómeno se produce por las fuertes precipitaciones, la rápida fusión de grandes cantidades de nieve, o raramente por rotura de presas naturales y artificiales. La llanura de orillares del río cubre un espacio de 58.71%, son áreas que están formadas por el desbordamiento del agua por encima de los límites del cauce (márgenes o terraplenes aluviales) y la deposición de sedimentos sobre la llanura circundante o bajiales. En condiciones naturales, dicha llanura de inundación o aluvial quedará cubierta de agua durante la estación lluviosa. Por tal motivo, la ocupación de las áreas cercanas al río hace que los asentamientos humanos y centros poblados estén expuestos a los riesgos y embates del río.

**b. Los centros poblados rurales**, se hallan ubicados en ambas márgenes del río Ucayali, y se concentran en las terrazas bajas existentes a lo largo del río. Estas áreas son consideradas muy peligrosas, vulnerables por efecto de la dinámica del río.

Al superponer los centros poblados en el Mapa de Peligro, se puede ver que: 22 centros poblados se ubican en la zona identificada como de peligro muy alto; 2, en peligro bajo; 2, en peligro medio y 26, en alto peligro. Si a ello interceptamos los cambios del curso del río Ucayali, vemos que 11 centros poblados desaparecen: San Isidro, Pucalpilllo, Ega, San Pedro, Independencia, Nuevo San Juan, Juan Velasco, California, Nueva Luz, Nueva Betania, Santa Rosa de Masisea, lo que concuerda con la encuesta.

c. **Los centros poblados urbanos**, al superponer sobre el Mapa de Peligro el de centros poblados urbanos y el Mapa de los Cambios de curso del río Ucayali, los niveles de crecida del río y los datos tomados de niveles de altitud en la ciudad de Yarinacocha y Pucallpa se obtiene lo siguiente:

La ciudad de Pucallpa y Yarinacocha se encuentran en las áreas consideradas como de peligro muy alto y peligro alto. Las áreas que comprenden peligro muy alto son los barrios de Malecón Grau, Malvinas y Barrio Iquitos. Si integramos el Mapa de Cambios del río Ucayali, vemos que ya desaparece una parte del Barrio Iquitos; pero contrastando con el trabajo de campo vemos que este barrio ya desapareció.

Si tomamos como referencia la plazuela El Reloj de Pucallpa, que está a 152 msnm, y tenemos en cuenta que el nivel más alto del río Ucayali está a 147.28 msnm (1986), entonces, hay una diferencia de 4.75 metros. Si el nivel de crecida supera esa diferencia desaparecerían todos los barrios que están por debajo de 152 msnm.

#### **4. PROPUESTA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL**

La propuesta se enmarca dentro del proceso de regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, en todos los niveles de organización espacial, y de la descentralización y participación de los diversos actores sociales. Tiene en consideración criterios ambientales y de sostenibilidad, a fin de hacer posible el desarrollo integral de la persona humana y garantizar una adecuada calidad de vida.

Los factores que influyen en la decisión de la población para ocupar tierras en zonas de alto riesgo son el desconocimiento de los peligros, la demanda de tierras de fácil acceso y sin costo alguno para vivienda de un sector de población de condición humilde y la escasez de tierras urbanas. Por ello, para disminuir la creación de nuevos asentamientos en estas zonas, es necesario la planificación, control, monitoreo y mecanismos de desincentivo, prevención, entre otros; a fin de realizar una adecuada ocupación del territorio y uso sostenible de sus recursos naturales.



El objetivo central es ver las potencialidades y las limitaciones del área de estudio con la finalidad de presentar recomendaciones que promuevan un ordenamiento ambiental para una ocupación adecuada y ordenada del territorio; también se busca evitar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en áreas de riesgos naturales.

La ciudad de Pucallpa presenta una serie de limitaciones. En cuanto a los aspectos físicos, está situada en un área deforestada, con terraza de drenaje moderado y con un depósito aluvial Qh-al2 y Qh-al3. Está atravesada por caños, es colindante con el río Ucayali, río Manantay, lago Yarinacocha y Pacacocha. Además, su altitud máxima es de 156 msnm (Plaza de Armas) y la mínima de 144 msnm (La Hoyada), y la del río Ucayali es de 147.25 msnm (marzo 1986). En cuanto a la población de Pucallpa tiene una alta tasa de migración, pero con saldo migratorio positivo. Los servicios de agua y desagüe son insuficientes. El transporte fluvial carece de un puerto fluvial que preste servicios durante todo el año.

La propuesta del ordenamiento ambiental se efectúa en función al modelo además de la entrevista a los pobladores del área. El Modelo SIG que presentamos es la base fundamental para conocer la zona de estudio, es decir, para hacer las evaluaciones de sus potencialidades, limitaciones y riesgos del área, con la finalidad de proponer el ordenamiento ambiental. (Ver Mapas 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10 y 11).

La ciudad de Pucallpa, de acuerdo al modelo, se halla ubicada en la zona de peligro alto y peligro muy alto, además los cambios del río afectan a las poblaciones. Por lo tanto, se deben tomar las siguientes medidas:

- Las poblaciones no deben ocupar las zonas identificadas como de peligro muy alto, deben ser trasladadas a las zonas más altas y que estén fuera de peligro.
- No se deben construir viviendas, infraestructura de servicios, red de agua y desagüe en las zonas identificadas como de peligro muy alto.
- Las viviendas, puertos, red de agua y desagüe deben construirse teniendo en cuenta el Mapa de Peligros.
- La mejor zona para construir el puerto fluvial de la ciudad de Pucallpa es el área del lago Pucalpilllo, pues reúne las condiciones estructurales adecuadas

y el cauce del río se mantiene estable. (Ver Mapa 9). Además esta área podría servir para captar el agua potable, pero para ello se requiere un estudio más detallado.

De acuerdo al Mapa de Cobertura Vegetal (Ver Mapa 4), el 59.46% de la zona se encuentra deforestada, por lo tanto se debe promover la reforestación para contrarrestar los peligros a los que se halla expuesto.



# VIII

## Conclusiones y recomendaciones

### CONCLUSIONES

1. Se zonificó el área de 108,377.75 hectáreas, y se obtuvo como resultado el Mapa de Peligros. En él se identificaron cuatro áreas: Peligro Muy Alto, 20.39%; Peligro alto, 57.41%; Peligro Medio, 14.42% y Peligro Bajo, 7.78%.
2. El río Ucayali se desplaza en sentido noroeste y noreste, en una superficie de pendiente inferior a 1° en el área deforestada, orillares recientes y de depósito fluvial y aluvial Qh-al3. Viene socavando al depósito aluvial Qh-al2 y ocasionando daños en las periferias de la ciudad de Pucallpa.
3. El mapa de peligros y de los cambios del río Ucayali nos muestran la evolución y el estrangulamiento de los meandros Nueva Italia y Nuevo Bagazán. Asimismo, se observa el gran avance del río Ucayali hacia la ciudad de Pucallpa a razón de 142 m/año, en dirección noroeste y con un crecimiento de sus aguas en su máxima expresión en los meses de marzo. Los niveles máximos del río son: 147.28 msnmm (1986), 146.1344 msnmm (1991), 146.2649 msnmm (1996), 146.7555 msnmm (1997), 146.6723 msnmm (1998), 147.318 msnmm (2000), 147.336 msnmm (2001), 147.175 msnmm (2002), 146.833 msnmm (2003), 145.592 msnmm (2004), 146.128 msnmm (2005) y 146.947 msnmm (2006). Como producto de esta crecida se producen los desbordes del agua, las inundaciones, etc.
4. Al interceptar los cauces principales del río Ucayali, observamos los tramos que no han variado, como son la zona del lago Pucalpillito y San Juan. Esto debido a que se ubican en una posición más alta y porque allí se encuentran unas formaciones geológicas antiguas, como lo son el Ipururo y Ucayali, respectivamente.

5. Se identificaron las zonas de riesgos que existen en el área mediante la superposición de los mapas de peligro, de los cambios del cauce del río y la localización de los centros urbanos y rurales. También comprobamos la desaparición de los centros poblados a causa de las inundaciones y la variación del curso del río. Entre esos poblados están San Isidro, Pucalpilllo, San Pedro, Independencia, Nuevo San Juan, Juan Velasco, California, Ega, Nueva Luz, Nueva Betania, Santa Rosa de Masisea y los barrios marginales de la zona urbana de Pucallpa como Barrio Iquitos, Malecón Grau, Malvinas.
6. Al interrelacionar el Modelo SIG con la percepción ambiental se observa que las variaciones del río se presentan en dos períodos del año, uno de crecida y otro de estiaje. Éstas dan lugar a la formación de tahuampas, bajiales y barrizales que son utilizados para la siembra de plantas de rápido crecimiento como el arroz, frijol ucayalino, maíz, etc., además de la abundancia de los peces en las tahuampas. Por un lado, tiene efectos positivos, pero por otro, tiene también efectos negativos que repercuten en la vida humana, como la destrucción de las viviendas, los servicios, que afecta la economía en general.
7. El Modelo SIG nos sirve para monitorear los cambios del curso del río Ucayali, su evolución, avances y dirección. También nos permite conocer las zonas seguras de los centros poblados. En esta perspectiva, se comparó con los mapas de Antonio Raimondi de 1875, de Oscar Mavila de 1905 y los croquis que nos presentó el conductor de un barco (2002) para prevenir los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos a los que están expuestos los centros poblados.
8. Como resultado se identificaron los centros urbanos y rurales ubicados en las áreas de peligro muy alto; donde se producen las variaciones del curso del río; por lo que se requiere realizar una propuesta de ordenamiento ambiental que permita organizar el territorio y el uso de los recursos naturales.

## RECOMENDACIONES

1. Se propone el uso de estos tipos de Modelo SIG, para aplicar a estudios similares en áreas de característica fluvial; ya que podemos tener información inmediata con respecto a las variaciones y tomar las medidas al respecto. Además se debe tener actualizado la base datos, con la finalidad de monitorear los cambios del río.
2. Para planificar el ordenamiento ambiental es necesario tener en cuenta el modelamiento, para entender los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos que se presentan en la zona.
3. Se recomienda la instalación de estaciones meteorológicas en las cuencas y estaciones hidrométricas en puntos fijos para medir el nivel de crecida del río Ucayali.
4. Este Modelo SIG es un aporte técnico-científico, que servirá para controlar y prevenir los fenómenos fluviales con la finalidad de mejorar el ambiente. El ordenamiento del territorio es competencia de los gobiernos locales, las autoridades regionales, defensa civil y gobierno central, son ellos quienes deben hacer uso de este Modelo SIG.
5. Se recomienda realizar un programa de ordenamiento ambiental en los puntos de peligro muy alto, identificados en el presente estudio.
6. Que la Universidad en general y la Facultad en forma especial apoye la continuación de las conclusiones y recomendaciones del estudio iniciado, tal como lo hacen en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, para lograr estudios que permitan establecer la dinámica de los fenómenos físicos y socioeconómicos en general y lograr un estudio integral que se actualice constantemente. Con apoyo económico y de equipo, pueden realizarse estudios de los meandros, que es un problema mundial, como en Estados Unidos (Mississippi), Rusia, China, etc., integrando a colegas y estudiantes.



## IX

# Glosario

**AGUAJAL.-** Terrenos más o menos planos con depresiones reducidas y cercanos a los grandes ríos; predomina el crecimiento de la palmera el aguaje.

**BAJIAL.-** Terrenos más o menos planos con depresiones, cercanos a los grandes ríos que se inundan en épocas de lluvia y lo utilizan para la siembra del arroz, frijol, etc.

**BARRIZAL.-** De forma más o menos plana formada por arena limo o arcilla dejado en la parte convexa del río.

**CAMBIOS.-** Son las variaciones del curso de río en el llano amazónico, donde se observan las oportunidades ecológicas de las crecientes y de las vaciantes.

**CAÑO.-** Drenaje del río dejado en la época de crecida, conocido también como sacarita.

**CAPA.-** Son cada una de la variables temáticas de un proyecto de Sistema de Información Geográfica, en inglés es «layer».

**CLIP.-** Esta operación es muy útil y es equivalente a recortar un mapa de papel con unas tijeras.

**COCHA.-** Cauce dejado por la dinámica de un meandro, también conocido como Tipishca.

**CORRIENTE COSTANERA.-** Así le llaman a la corriente principal del río Ucayali los pobladores encuestados.

**GEOPROCESSING.-** Es una extensión que está compuesta por operaciones: Dissolve, Merge, Clip, Intersect, Unión, Assign data by location.

**HUMEDAL.-** Llamado también pantanal, está compuesto por una gran biodiversidad y contiene gran cantidad de materia orgánica.

**INTERSECT.-** Es una operación de superposición espacial de tipo booleano y cuyo operador es «Y» (AND en inglés).

**LECHO FLUVIAL.-** Extensión de tierra baja y llana situada en unas amplias orillas de los ríos en estado de madurez, sujetas a las inundaciones anuales y cubierta de aluviones.

**MEANDRO.-** Sector cóncavo y convexo del curso del río, debido a la actividad morfodinámica fluvial.

**MIRIADAS.-** Abundancia de insectos en grupo, como los zancudos en las épocas lluviosas.

**MODELAMIENTO.-** Se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un Sistema de Información Geográfica bajo una secuencia lógica, de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos.

**MODELO.-** Conjunto de relaciones o informaciones que busca seguir el mundo real que simula y posibilita predecir el comportamiento del fenómeno de interés.

**RASTER.-** Son los elementos que están representados por «celdas», usualmente por cuadrados.

**RENACAL.-** Área cubierta por plantas como el renaco, que crece en los bajiales.

**RESTINGA.-** Son terrenos elevados dentro de la llanura donde parcialmente no alcanza la inundación.

**SIG.-** Sistema de Información Geográfica, es un sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, representación y análisis de los datos.

**TAHUAMPA.-** Son los bajiales dejados y cubiertos de agua en tiempo lluvioso.

**TERRAZA.-** Está conformado por sedimentos antiguos depositados a diversas alturas, solo las jóvenes y bajas son periódicamente inundadas por aguas de desborde.

**TOPOLOGÍA.-** Nos permite conocer la relación de conectividad, dirección, proximidad y definición de áreas.

**UNIÓN.-** Es el resultado de la superposición espacial booleana del tipo «O» (OR en inglés).

**VARZEA.-** Es conocida como la llanura de inundación amazónica.

**VECTOR.-** Son los elementos que están representados por puntos y líneas.



# X

## Bibliografía

BRUNHES, Jean

1955 *Geografía humana*, 2ª ed. abreviada. Barcelona, Editorial Juventud.

BURROUGH, P. A.

1986 *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Nueva York, Oxford University Press.

CONAM

2004 *Proyecto de reglamento de zonificación ecológica y económica*. Lima.

DI PACE, M. y Horacio CARIDE

1997 *Guía de capacitación en gestión ambiental urbana para organismos no gubernamentales de América Latina y el Caribe*. CEUR/ PUCMM, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.

DERRUAU, Max

1966 *Geomorfología*. Barcelona. Ediciones Ariel, S.A.

GOOSEN, D.

1967 *Aerial Photo Interpretation in Soil Survey*. FAO. Roma.

GUDYNAS, E.

1998 *¿Por qué la izquierda no lidera la discusión ambiental?* Cuadernos de Marcha 138: 34-38.

HAGGETT, Peter

1994 *Geografía. Una síntesis moderna*. Ediciones OMEGA, S. A. Plato, 26-08006 Barcelona.

IGAC-SIG

- 1995 Sistema de Información Geográfica. Plan de Acción Forestal para Colombia. Revista Informativa del Proyecto SIC-PAFC.

INADE

- 2000 *Cobertura vegetal en area inundable (cuenca Ucayali)*. IIAP 1999<sup>a</sup>, INADE/PEAE.

KUMMEL, B.

- 1946 «Estratigrafía de la región de Santa Clara». *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 14. 133-152.
- 1948 «Geological Reconnaissance of the Contamana Region, Peru». *Geol. Soc. Am. Bull*, 69, 1217-1266. Sociedad Geológica del Perú.

MAVILA, Oscar

- 1905 Mapa del río Ucayali de Oscar Mavila.

METZGER, Pascal

- 1996 «Medio ambiente urbano y riesgos. Elementos de reflexión», en Fernández, M. A. (comp.) *Ciudades en riesgo* (Lima: LA RED/USAID).

MEZA ARQUÍÑIGO, Carlos

- 2006 *La teledetección aplicada a los problemas fluviales. Pucallpa*. IIHS. UNMSM. (Pág. 40, 48)

MONTALVO ARQUÍÑIGO, Néstor

- 2003 *Sistema de información geográfica* (copias de clase). UNA La Molina. (Modelamiento Pág. 26-27-28-29-30).

ONERN

- 1978 *Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Pucallpa-Abujao*. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima.

PALACIO, Germán

2002 *Repensando la naturaleza. Encuentros y desencuentros disciplinarios en torno de lo ambiental*, Universidad Nacional de Colombia-Sede Leticia-ICANH, Bogotá.

PEÑAHERRERA DEL ÁGUILA, Carlos

1986 *Geografía física del Perú*. Coedición Manfer-Juan Mejía Baca.

PULGAR VIDAL, Javier

1996 *La Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales*. Editorial INCA. Lima.

RAIMONDI, Antonio

1875 *Mapa del río Ucayali de Antonio Raimondi*.

RODRÍGUEZ PASCUAL, Antonio

1993 *Qué es un SIG*. ETISIG CHACO. Argentina.

SANTANDREU, A. y GUDYNAS, E.

1998 *Ciudadanía en movimiento. Participación y conflictos ambientales*. 1998. CLAES, FESUR y Trilce, Montevideo.

SAUER, Carl O.

1931 *Cultural Geography. Encyclopaedia of the social sciences*, vol. VI. Nueva York, Macmillan Company, 621-623.

STRAHLER, N. Arthur

1986 *Geografía física*. Barcelona. Ediciones Omega, S.A.

TROLL, Carl

1972 *Geocology of the High-Mountain Regions of Eurasia*. Coronet Books.

VALENZUELA, Germán

1989 *Qué es un SIG y sus alcances*. Revista Mapa y mapas. Argentina.

VELÁSQUEZ DE LA CRUZ, Fernando

2002 *Estudio de la dinámica fluvial del río Ucayali y sus influencias en la sucesión forestal en el área de Pucallpa*. Lima. UNA La Molina. Tesis de Posgrado.



