

Micro Zonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta



GEOMORFOLOGÍA

Augusto Rodríguez Sánchez

Copyright © 2012 – IIAP

Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA

Av. José Abelardo Quiñones km 2,5

Teléfonos: (+51) (65) 265515 / 265516 Fax: (+51) (65) 265527

www.iiap.org.pe / poa@iiap.org.pe

Iquitos-Perú, 2012

El presente estudio fue financiado con fondos del Plan de Impacto Rápido de Lucha contra las Drogas – PIR, administrados por DEVIDA

Cita sugerida:

Rodríguez, A. 2012. Geomorfología, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos - Perú

Todos los derechos reservados. Queda prohibido reproducir, transmitir o almacenar en un sistema de recuperación cualquier parte de esta publicación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado o de otro tipo, sin autorización previa.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
RESUMEN	5
I. OBJETIVOS	6
1.1. Objetivo General.....	6
1.2. Objetivos Específicos.....	6
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. Materiales	6
2.2. Métodos	8
2.2.1. Etapa Preliminar de Gabinete	
2.2.2. Etapa de Campo.....	
2.2.3. Etapa Final de Gabinete	
III. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLOGICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA	13
3.1. Morfogénesis	
3.2. Descripción de las unidades geomorfológicas.....	14
3.2.1. Planicies.....	14
3.3. Morfodinámica	
3.3.1. Desbordes e Inundaciones.....	
3.3.2. Socavamientos y Erosión Lateral.....	34
3.3.3. Escurrimiento Difuso y Laminar.....	35
3.3.4. Surcos y Cárcavas.....	36
3.3.5. Hidromorfismo	38
3.3.6. Derrumbes y Deslizamientos.....	39
IV. CONCLUSIONES	43
V. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	47
Glosario de Términos Geomorfológicos	47

PRESENTACIÓN

El presente documento constituye el estudio Geomorfológico del área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta; en tal sentido, cabe destacar que la Geomorfología como parte integrante de las disciplinas que intervienen en la “Micro Zonificación Ecológica-Económica para el Desarrollo Sostenible”, constituye una de las herramientas principales de la Línea Base para el mencionado objetivo, pues antes de llevarse a cabo el proyecto, es imprescindible describir las características territoriales físico-geográficas de este sector de la Amazonía, pues el componente físico tierra, se halla sujeto a continuos cambios por acción de agentes externos (exógenos) y agentes internos (endógenos).

El reconocimiento e identificación de los aspectos morfológicos del relieve es una necesidad de importancia práctica, puesto que toda actividad socioeconómica que se lleve a cabo sobre el territorio debe fundarse previamente en el conocimiento del mismo. Esta afirmación resulta aún más relevante, en zonas como la presente, donde una intensiva intervención humana se ha producido desde hace varias décadas a lo largo de la carretera Iquitos-Nauta y trochas de penetración, en un medio que por su naturaleza es muy frágil respecto del desencadenamiento de procesos erosivos y alteración severa de los ecosistemas, ante este tipo de intervenciones.

El estudio geomorfológico que a continuación se presenta considera las severas dificultades de acceso a amplios sectores del área evaluada, pero en este sentido, se trata más bien de establecer las características principales de los diversos relieves, la diferenciación de los sectores morfológicos, el establecimiento descriptivo de sus principales caracteres y el desarrollo de las tendencias evolutivas, a la escala de 1:25,000, pero dentro de las severas limitaciones informativas que son particularmente notables en el ámbito geomorfológico.

Por último, se debe señalar que las deprimidas condiciones económicas y sociales del área cruzada por la carretera, definen un entorno particularmente sensible, donde es esencial realizar una evaluación geomorfológica, para efectos del establecimiento de una apropiada Micro Zonificación Ecológica-Económica del área evaluada.

RESUMEN

La evaluación geomorfológica, trata sobre el origen y las características de las formas de relieve más representativas que se exponen en el área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, así como las acciones morfodinámicas que en la actualidad modelan su paisaje.

Por su localización geográfica, la zona evaluada presenta características geomorfológicas poco variadas, pero propias de regiones tropicales, destacando los relieves de planicies y colinas denudacionales. Cabe señalar, que las planicies son resultado principalmente de procesos acumulativos acontecidos en el cuaternario; en tanto, las colinas son el resultado de la evolución epirogenética de la zona, acontecida a lo largo de todo el terciario e inicios del cuaternario.

Se han reconocido 12 relieves de planicies, todas ellas de origen aluvial conformados en tiempos recientes o antiguos y cuatro unidades de colinas, desarrolladas básicamente sobre capas rocosas arcillo-arenosas pleistocénicas y mio-pliocenas.

El estudio realizado, considera además de las propias variables morfológicas, las características morfodinámicas del área, incidiendo en los procesos erosivos actuales y potenciales, especialmente los de origen pluvial y fluvial, habiéndose identificado seis procesos morfodinámicos como los de mayor impacto y frecuencia.

También el estudio geomorfológico analiza el grado de vulnerabilidad física de los relieves que han sido identificados en la zona, con respecto a los procesos erosivos que los afectan, habiéndose establecido cuatro categorías: poco vulnerables, ligeramente vulnerables, moderadamente vulnerables y vulnerables.

La memoria descriptiva se acompaña de un Mapa Geomorfológico a la escala 1:25,000 (Mapa 1); que delimita las principales formas de relieve y la localización de las acciones erosivas, mediante una simbología adecuada.

I. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Establecer las características geomorfológicas del área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, para contribuir en la propuesta Micro ZEE

1.2. Objetivos Específicos

- Describir el desarrollo morfogenético del área evaluada, considerando las formas de relieve y los procesos que determinaron sus aspectos esenciales actuales.
- Identificar y describir las formas de relieve que se exponen en la zona de estudio, sobre la base los aspectos morfológicos esenciales de pendiente, forma, disección, litología y magnitud de las formas.
- Identificar y describir las acciones morfodinámicas de mayor impacto y frecuencia en la zona y señalar las áreas que actualmente son afectadas por estas acciones.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Estos son importantes porque constituyen elementos que permitirán analizar los datos geomorfológicos secundarios en gabinete y obtener los datos de campo de forma confiable, generando resultados en concordancia con el objetivo del estudio de ZEE. Para estos casos clasificaremos los materiales a utilizar en dos categorías: material cartográfico satelital y equipos (computo y para toma de datos (Tabla 1)

Tabla N° 01
Lista de materiales para el desarrollo del estudio geomorfológico

Material cartográfico y satélital	Equipos	
	Computo y programas	Toma de datos
Cartas Nacionales a escala 1:100000 y 1:25000 elaboradas por IGN (1984 y DMA (1980)	Computadora con capacidad de almacenar abundante información (disco de 500 GB) y memoria RAM de 4 GB	Brújula Brunton
Imágenes de satélite del área de estudio, con poca cobertura de nubes y buena resolución espacial y espectral (LANDSAT TM5, SPOT).	Software de sistemas de información Geográfica (ARC VIEW, ARC GIS)	Martillo de geólogo (Picsa)
Mapas geológicos de INGEMMET	USB	Lupas de alta resolución (20X)
Mapas geológicos y geomorfológicos de ONERN	CDs	GPS (Sistema de Posicionamiento Global) GARMIN IV
Imágenes de RADAR a escala	Software de Teledetección para tratamiento de imágenes de Satélite (ERDAS, PCI, otros)	Cinta métrica (50 m)
	Impresora en B/N y a Color	Daga de 20 cm
	PLOTTER para impresiones de mapas	Cámara fotográfica SONY de 12 Megapixel
		Altímetro
Escalímetro		Brújula con clinómetro integrado
REGLAS DE 20 Y 30 CM		Protacto (regla para calcular el buzamiento de los estratos)
Lápices y lapiceros de diversos colores		Plumones indelebles de diversos colores (para marcar rocas)
		Bolsas de 2kg para muestras de sedimentos

2.2. Métodos

El método utilizado fue principalmente deductivo, la primera relacionado a la extrapolación de unidades mediante datos secundarios, interpretación visual de las imágenes de satélite, el análisis de los datos obtenidos en campo y la conjunción de estos para el análisis final.

A través de las múltiples experiencias obtenidas en las investigaciones geológicas realizadas para los procesos de ZEE, se ha llegado a establecer una metodología centrada a correlacionar y apoyar en forma multidisciplinaria el diagnóstico de la propuesta ZEE. La complejidad de la relieve en amazonía es una de las características relevantes; en ese sentido se ha decidido tomar ciertos parámetros para fundamentar el análisis, tales como: origen de la forma, altitud, pendiente, grado de disección, grado de hidromorfismo (drenaje), morfoestructuras (fracturas, fallas, pliegues), ocurrencia de procesos geodinámicos externos e internos y edad de las geoformas; otras informaciones básicas han sido tomadas en cuenta del ente rector de la Geología en el Perú (INGEMMET, 1998), cuya información basada en estudios complementarios de la geomorfología nos ha permitido apoyar esta metodología. Todos estos insumos, permitieron elaborar el mapa geomorfológico.

Uno de las fases más importantes del estudio, ha sido el levantamiento de información de campo, donde se ha establecido una metodología adecuada para el nivel del estudio; en éste se desarrolla detenidamente el proceso metodológico elaborado por el IIAP. La secuencia del trabajo fue desarrollada en tres fases, los cuales se describen a continuación:

2.2.1. FASE DE GABINETE

Revisión bibliográfica

Fueron revisadas las Cartas Geológicas de INGEMMET (1998), tales como los cuadrángulos geológicos de Puerto Arturo (4-p), Flor de Agosto (5-p), San Antonio del Estrecho (5-q), Nuevo Perú (5-r), San Felipe (6-p), Río Algodón (6-q), Quebrada Airambo (6-r), Mazán (7-p), Francisco de Orellana (7-q), Huanta (7-r), Iquitos (8-p), Río Manítí (8-q), Yanashi (8-r), Tamshiyacu (9-p), Río Tamshiyacu (9-q), Buen- jardín (9-r), Ramón Castilla (10-p), Río Yavarí Mirín (10-q) y Buenavista (10-r). También el informe y mapa litoestratigráfico de la “Sinopsis Explicativa de la Geología de la Amazonía Peruana”, realizado por INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ (2007), a escala 1:1'000,000. Además entre las literaturas de tipo científico resaltan:

- **Dumont. J. F. 1992, Rasgos morfoestructurales de la llanura amazónica del Perú; Efectos de la geotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas, ORSTOM Instituto frances de estudios andinos.** Presenta las regiones de la Amazonía peruana en relación con la tectónica reciente andina y con la respuesta del drenaje fluvial. Las principales provincias morfoestructurales son: la zona Sub-andina y el cratón brasileño. Los ríos que atraviesan estas zonas tienen una fuerte dinámica fluvial y tienen aguas blancas provenientes de los Andes. Las áreas interfluviales son drenadas por ríos de aguas negras (ácidos orgánicos).

- **K. Mertes, Dunne, Martinelli, 1996. Channel- Floodplain geomorphology along the Solomóes- Amazon River, Brazil. GSA Bulletin.** Este artículo da información sobre la distribución de los sedimentos fluviales del Amazonas y enfoca su dependencia a un determinado patrón geomorfológico; así como la estabilidad de los mismos, cambios climáticos, tectónica y los efectos de sus tributarios

Elaboración Preliminar del Mapa de Geomorfología

A partir de la fotointerpretación geomorfológica de las imágenes satelitales fue establecida las principales formas de relieve. El mapa preliminar producto fue a escala 1:25 000 utilizada en los trabajos de campo para comprobación.

Revisión cartográfica, material satelital y elaboración del mapa base

Fue a partir de la información elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1984) y por Defense Mapping Agency de USA (1985), a escala 1: 100 000. Sobre esta base fue procesada un mapa base preliminar de ríos, quebradas, centros poblados, lagunas, y otros aspectos. Una vez realizada el mapa base, se procedió a la elaboración preliminar del mapa de Geomorfología mediante la interpretación y el análisis de las imágenes de satélite y los datos cartográficos existentes, permitiendo clasificar las unidades geológicas de acuerdo a la textura, trama, reflectancia y tonalidades de grises de las imágenes Rapideye multispectral con resolución espacial de 5 m del 2010, cuyas características se muestran en la tabla 2. Este análisis fue realizado con un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG), el cual permitió mediante un procesamiento analógico y base de datos, elaborar la cartografía geológica.

Tabla N° 02
Características de imágenes RPYDEYE utilizadas para la interpretación geomorfológica a nivel micro (escala 1:25 000).

TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA IMAGEN RAPIDEYE		
NIVEL		CARACTERÍSTICAS
1.0	BANDAS ESPECTRALES	05 (CINCO) BANDAS ESPECTRALES B1: 440 – 510 nm (rojo) B2: 520 – 590 nm (verde) B3: 630 – 685 nm (roja) B4: 690 – 730 nm (red edge) B5: 760 – 850 nm (infrarrojo cercano)
2.0	RESOLUCIÓN ESPACIAL	5 m
3.0	SATELITES	5 SATELITES ALEMANES (única empresa que tiene 5 satélites de la misma resolución y serie en Orbita)
4.0	RESOLUCIÓN RADIOMETRICA REAL	12 Bits o mejor
5.0	RESOLUCIÓN TEMPORAL REVISITA	Es posible programación diaria para monitoreo o emergencia
6.0	TAMAÑO DEL TILED	25 X 25 km ²
7.0	ANCHO DEL BARRIDO	77 X 1200 km
8.0	NIVEL DEL PRODUCTO	ORTOIMAGEN
9.0	FORMATO	GEOTIF
10.0	DATUM	UTM WGS 84
11.0	AÑO DE LAS IMÁGENES	CATALOGO: 2010/08/23
12.0	%DE NUBES	MENOR A 20%
13.0	ESCALA CARTOGRÁFICA	Con puntos de control (GCPs) colectados en campo se llegar hasta 1:25 000. En el modo normal sin GCPs adicionales, llega a escala 50 000. Se ajustará a una base cartográfica válida para el cliente

Interpretación de las imágenes satelitales para elaborar el mapa geomorfológico preliminar, a escala 1:25000

La escala 1/25000 ha condicionado el uso de imágenes de satélites con alta resolución espacial, p.ejm. 5 m. El tipo de imagen que, cumple con estos requisitos es RAPIDEYE, la que ha reemplazado a las fotografías aéreas. El análisis de esta imagen ha permitido representar muchas características geológicas relevantes siguiendo patrones, como orientación del drenaje, morfografía, densidad de drenaje, lineamientos estructurales, textura, rugosidad, y grado de alteración de las geoformas, tonalidad e hidromorfismo, y otras, las cuales apoyan la interpretación y descripción.

2.2.2. ETAPA DE CAMPO

Incluye los diversos recorridos en la zona de estudio, tanto por vía fluvial como terrestre. Para la observación se han tomado elementos esenciales seleccionadas en gabinete, tales como análisis morfométrico, genético, litológico y de procesos dinámicos en función de sus características de representatividad y condiciones de acceso.

Comprendió 45 días de trabajo en el área de de estudio, que permitió identificar y describir las características más relevantes, realizadas mediante verificaciones y mediciones de pendientes, estimación de altura de las elevaciones, observación de las características morfológicas, aspectos de las cimas y laderas, verificación de la litología de los materiales constituyentes de las geoformas y de los procesos erosivos de mayor impacto. Para ello se realizaron estableciéndose 15 sectores de muestreo, los cuales se nombran a continuación:

Río Itaya: Villa Belén, Luz del Oriente, 28 de Enero, Melitón Carbajal, Cahuide, Nuevo Miraflores, Nuevo Progreso, San Martín, San Salvador de Omaguas, Varadero, Peña Blanca, Paraíso, Palo Seco, San Pedro, Soledad, San Juan de Múnich y Cabo López.

Río Marañón - Amazonas: San Jorge, 9 de Octubre, Santa Rita de Florida, Nauta, Santa Cruz, San Joaquín de Omaguas, Porvenir, Nueva Esperanza, Samaria II Zona y Terra Bona.

Carretera Iquitos - Nauta: Km 90, km 89, km 88, km 83, km 81, km 80, km 77, km 74, km 58, km 54, km 13, km 12, Huambé km 50, Carretera Ex Petroleros km 48, Carretera Paujil II Zona km 33.5, Carretera a San Antonio km 32 (Río Itaya), Carretera San José km 21, cantera Martha Rimachi - Los Cedros km 14, cantera La Pionera km 11, Llanchama, Puerto de Rumococha, Prolongación Las Camelias río Nanay.

Para documentar el capítulo fueron tomadas un número apropiado de fotografías, especialmente de formas de relieve y acciones geodinámicas.

2.2.3. ETAPA FINAL DE GABINETE

Con información recolectada durante el trabajo de campo; el mapa geomorfológico preliminar fue revisado, con ajustes de los contactos morfológicos a lo observado en el terreno. También fue efectuada la extrapolación de unidades muestreadas hacia aquellas que no han sido analizadas insitu.

El plano geomorfológico definitivo a la escala 1/25,000 fue elaborado, con resalte de las áreas que presentan una mayor susceptibilidad a los peligros geológicos, según el análisis de los aspectos geológicos, geomorfológicos, suelos, pendientes, cobertura vegetal y uso actual.

III. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA

3.1. Morfogénesis

Según Räsänen et. al 1998, la historia deposicional del Neógeno-Cuaternario en el área de Iquitos está caracterizada por tres fases distintas. Durante las fases predominantemente lacustrina, estuarina y fluvial se depositaron en la región sedimentos de una naturaleza y composición muy diferente. La forma y el lugar donde estos sedimentos fueron depositados estuvieron fuertemente ligados al contexto tectónico regional relacionado con la evolución andina. Los procesos de meteorización en los depósitos resultantes, y la dinámica de su distribución superficial a través del tiempo, debido a la denudación, han modelado el mosaico del paisaje actual con sus variadas propiedades edáficas.

La percepción generalizada sobre la evolución geológica y morfológica del área, explica aquellos episodios que tienen una particular importancia en la configuración de las formas de tierra que observan en la actualidad.

El área de estudio está en el espacio donde el desarrollo morfogenético tuvo su inicio en tiempos del mioceno medio, hace aproximadamente 15 a 20 millones de años, cuando en la región amazónica ocurría el desarrollo de una cuenca de ambiente fluvio-lacustre afectado por eventuales pero prolongadas incursiones marinas que procedían del mar Caribe, a través de un corredor desarrollado entre el territorio andino en levantamiento tectónico y el cratón guayano-brasilero. Estos dieron lugar a los sedimentos limo-arcillosos de tonalidad azulada que caracterizan a la formación Pebas. Posteriormente, sobre esta secuencia se depositan durante el plioceno los clásticos continentales areno-arcillosos de la formación El Porvenir.

Consecutivos esfuerzos tectónicos, correlativos con el periodo final de la actividad orogénica andina, (20 ma) dan lugar a un ligero levantamiento de la región, con el subsecuente cincelamiento del relieve que origina una extensa superficie de erosión que trunca las capas de las formaciones Pebas y el Porvenir y sobre la cual se acumularon durante el plioceno tardío, los materiales limo-arenosos y conglomerádicos de la formación Nauta, transportados por una red de corrientes fluviales hoy inexistente. Las condiciones climáticas eran diferentes a las presentes, el clima era más seco que el actual, siendo sus características más parecidas al de los ambientes de sabanas.

En el cuaternario antiguo y luego de los acontecimientos producidos en el Terciario, toda la región fue territorio emergido, siendo en este periodo en el que se desarrollan las acciones morfogenéticas más notables en relación a la morfología actual del área influenciadas por los severos cambios climáticos (glaciaciones) acontecidos a escala mundial en el pleistoceno. El relieve, conformado por las formaciones Pebas, El Porvenir y Nauta es intensamente disectado por procesos erosivos modernos que dan lugar a un paisaje mayoritariamente colinoso, estableciéndose paralelamente por un aluvionamiento extendido los diferentes escalones de terrazas aluviales que se reconocen en la zona.

Estos se encuentran en la trocha carrozable que une San Joaquín de Omagua y Cahuide, en el km 80 de la carretera Iquitos Nauta, entre otros.

En la etapa actual (holoceno), se estarían produciendo ligeros levantamientos neotectónicos que están haciendo bascular el sector, esto se ha observado en las inclinaciones que presentan los estratos de las formaciones Pebas y El Porvenir, muy cerca de los centros poblados Nuevo San Martín y Los Cedros y Nauta, en San Salvador de Omaguas, asociados a reactivaciones del Arco de Iquitos, los cuales se manifiestan por el encajamiento de algunos ríos y la elevación de sus terrazas fluviales que se manifiestan en las restingas altas de San Juan de Munich. La erosión y disección del relieve disminuyen por la mayor cobertura boscosa del terreno, lo que propicia un mayor desarrollo genético de los suelos especialmente en las terrazas aluviales, donde la topografía llana reduce al mínimo los efectos erosivos del escurrimiento superficial generado por las lluvias, dando lugar incluso a sectores amplios con hidromorfismo permanente, tal como ocurre en el sector nororiental del área de estudio; en tanto, los caudales de los ríos aumentan paulatinamente con el calentamiento climático global, acelerando los procesos de socavamiento, inundabilidad e incisionamiento de los cauces fluviales.

3.2. Descripción de las unidades geomorfológicas

Las formas de relieve están clasificadas en función de sus caracteres morfológicos principales como génesis, altitud, litología, pendiente, disección, edad de conformación, y otros, etc. De ese modo las unidades morfológicas fueron agrupadas en dos importantes categorías: planicies y colinas.

Las unidades geomorfológicas reconocidas en el área de estudio son las siguientes:

3.2.1. PLANICIES

Esta categoría agrupa los relieves llanos a ondulados con pendientes que oscilan entre 0 y 8%, las cuales se originaron principalmente por la acción erosiva y acumulativa de los agentes morfodinámicos modernos. Por ello, en el área de estudio se observan relieves con características morfométricas distintos localizados principalmente adyacentes a los cauces de los ríos Marañón, Amazonas e Itaya, y otros alejados de éstos por efectos tectónicos encontrándose mayormente desde la ciudad de Iquitos hasta el km 25 de la carretera Iquitos Nauta, existiendo sectores muy llanos de menos de 2% de pendiente y sectores ligeramente inclinados u ondulados de hasta 8% de pendiente. Esta relativa variedad morfológica se debe a las acciones erosivas y deposicionales cuaternarias de origen fluvial. Abarca aproximadamente 120 836 ha, que representa el 45,75% del área total.

El grado de erosión en sus superficies es bajo a muy bajo, excepto en sus bordes ribereños que normalmente son afectados por socavamientos y erosión fluvial durante las crecientes estacionales. Un ejemplo de estos procesos se manifiesta en las inmediaciones del centro poblado Augusto Freyre.

A continuación se presentan las planicies que han sido reconocidas en el área.

Playas fluviales (PI)

Son superficies alargadas que se originan cuando en el periodo final de una creciente, la carga de materiales transportada por los ríos supera el caudal de estos, de manera que se produce su sedimentación, constituida básicamente por arenas y limos. En la mayoría de las veces estos relieves geoformas son de carácter temporal, pues desaparecen al ocurrir nuevamente el ciclo de avenidas y durante las crecientes solamente sufren el efecto de las inundaciones. Ocupan aproximadamente de 2800 ha, que representa el 1,06% del área total.

En el área, las exposiciones más características ocurren en el río Amazonas, particularmente por los caseríos de San Miguel y San José de Sarapanga; también se les reconoce en las desembocaduras de los ríos Nanay e Itaya.



Foto N° 01: Extensa playa fluvial conformada por arenas, en la margen izquierda del río Amazonas, entre los caseríos de Canta Gallo y Manzanillo.

Orillares recientes (Or1)

Esta geoforma comprende el conjunto de acumulaciones aluviales holocénicas, depositadas por los ríos Amazonas y Marañón en lugares próximos a sus cauces actuales; presentan pendientes de 0 a 2% y alturas de hasta 5 metros, hallándose conformados por bancos de arenas, islas, playas, diques, restingas, etc. Abarcan una superficie aproximada de 10 677 ha, igual al 4,04% del área total.

Litológicamente, están compuestos por sedimentos detríticos finos a medios con elevados porcentajes de arcillas y limos. Los materiales se acumulan durante las crecientes en las márgenes de dichos ríos, siendo de carácter migratorio y estacional; algunos bancos de arena y acumulaciones anteriores pueden ser retransportados por las corrientes a sectores contiguos.

Sus exposiciones más características son observadas en las localidades de Payorote, Tierra Prometida, Villa Puerto Cruz, Hipólito Unánue, Santa María de Fátima, Santa Catalina, Santa Lucinda, San José de Omaguas, Centro América, Canta Gallo, San Juan, Manzanillo y San Miguel, entre otros, todos ubicados en la margen izquierda del Amazonas.

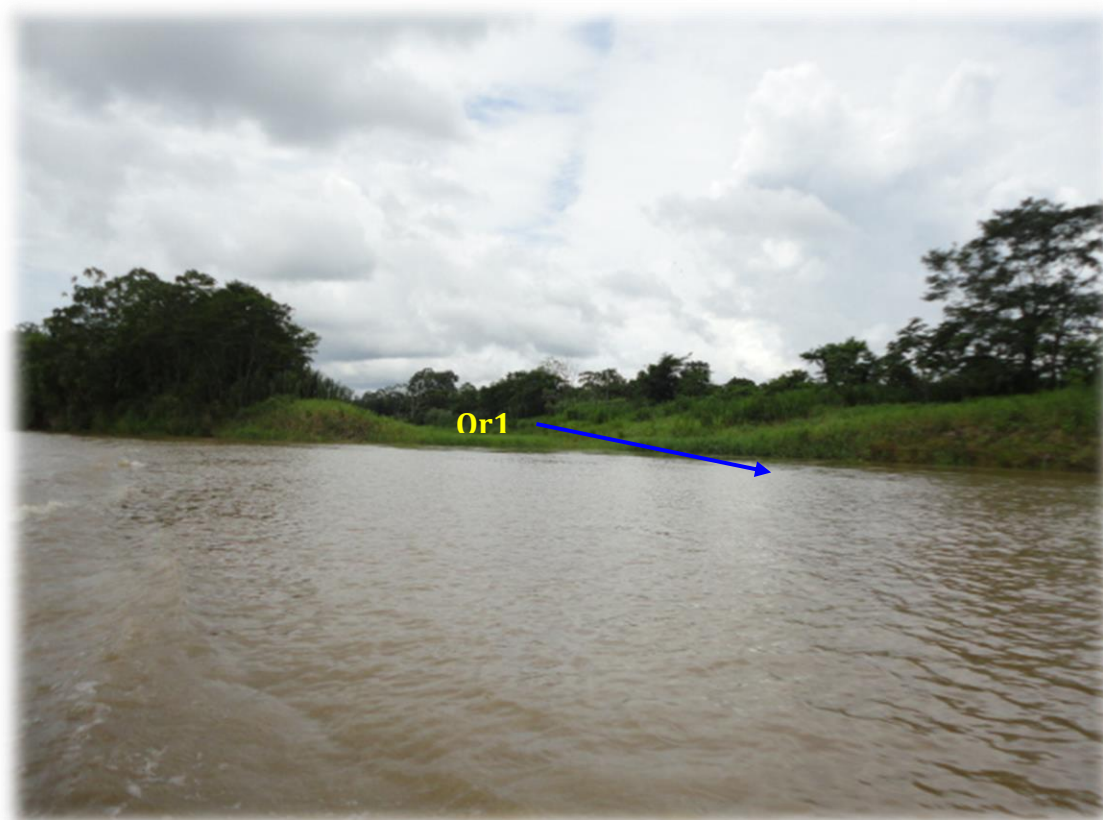


Foto N° 02: Orillar reciente (Or1) con su conjunto de restingas y bajiales, margen izquierda del río Amazonas, aguas abajo del caserío de Canta Gallo.

Orillares antiguos (Or2)

Comprende el conjunto de acumulaciones aluviales del holoceno antiguo depositadas por antiguos cauces del río Amazonas; sus pendientes oscilan entre 0 y 2% presentando alturas de hasta 5 metros, morfológicamente consisten de bancos de arenas, islas, playas, restingas, diques, y otras. Abarcan aproximadamente 23 717 ha, que representa el 8,98% del área total.

Presenta similares características litológicas que los orillares recientes, pues, están compuestas por sedimentos detríticos finos a medios con elevados porcentajes de arcillas y limos. Los materiales han perdido sus caracteres migratorios y estacionales hallándose en gran medida, fosilizados y cubiertos por un bosque en desarrollo, debido a que son inundables sólo durante eventos lluviosos excepcionales.

Esta unidad está presente en la margen izquierda del Amazonas, por las localidades de Limón, 28 de Julio, Santa Eloisa y Puerto Alegría I Zona, ubicadas al norte del área de estudio.

Terrazas bajas inundables (Tbi)

Esta unidad agradacional comprende las superficies llanas con pendientes de 0 a 2% y que constituyen el nivel más bajo del sistema de terrazas aluviales cuaternarias, por lo que se inundan durante las épocas de crecientes. Se desarrollan en forma paralela a lo largo de los cauces fluviales principales, con presencia de pequeñas áreas hidromórficas, que continúan evolucionando en la medida que las crecientes las cubren casi totalmente. Ocupan una superficie aproximadamente 9160 ha, que representa el 3,47% del área total.

Litológicamente, se encuentran conformadas por materiales aluviales recientes (holocénicos), sueltos y de naturaleza arenosa a limosa. Estas superficies presentan una configuración alargada, que varían de amplitud y altura según la cuenca involucrada; por ello, en las cuencas de los ríos Amazonas y Marañón su amplitud es de varias decenas de kilómetros con alturas que alcanzan hasta los 5 m; en tanto, en las cuencas de los ríos Nanay e Itaya presenta un ancho aproximado de 4 a 5 km, con alturas inferiores a 3 m.

Son geoformas o relieves de baja estabilidad expuestas a frecuentes inundaciones fluviales y a erosión de sus bordes ribereños.

Sus mejores y más típicas ocurrencias, están laterales a los ríos Amazonas y Marañón, el primero con un desarrollo meándrico amplio, en tanto que el segundo con un desarrollo ligeramente anastomosado; también ocurren característicamente en los ríos Nanay e Itaya, con meandros comparativamente más pequeños.

Algunas localidades asentadas en estas superficies son: San José de Sarapanga y San Antonio, en el río Marañón; en las cercanías de Puerto Almendra y Santa Clara en el río Nanay; y a lo largo del río Itaya, destacando Belén y los caseríos de Buena Esperanza, San Carlos, 28 de Julio, Palo Seco, Santa Martín y Paraíso, entre otros.



Foto N° 03: Terraza baja inundable (Tbi) de 1.5 a 2 m de altura sobre el lecho, en las márgenes de la quebrada de Zaragoza, que cruza la localidad de Nauta.

Terrazas bajas eventualmente inundables (Tb1)

En forma similar a las terrazas bajas inundables son relieves llanos que presentan menos de 2% de pendiente con alturas de 5 a 8 metros sobre el nivel de estiaje de los ríos. Conforman mayormente el conjunto de terrazas bajas inundables sólo durante los eventos lluviosos excepcionales. Abarcan aproximadamente 1177 ha, que representa el 0,45% del área total.

Litológicamente se encuentran integrados por acumulaciones recientes de arenas cuarzosas, arcillas y limos, que en conjunto se hallan sueltas o presentan una incipiente consolidación. Frecuentemente conforman diques o restingas, donde se desarrollan las actividades antrópicas características de la región, también localmente pueden ocurrir áreas hidromórficas. Estos relieves presentan una distribución homogénea, conformando taludes ribereños, los cuales se encuentran expuestos a socavamientos y erosión lateral.

Pueden ser reconocidas de manera dispersa, en diversos lugares, como en la localidad de Samaria en el río Amazonas; en los caseríos Nina Rumi y Santa Clara en el río Nanay; también en los caseríos 12 de Abril y Cahuide en el río Itaya.



Foto N° 04: Terraza baja eventualmente inundable (Tb1) de unos 5 metros de altura sobre el nivel de estiaje, quebrada Zaragoza, forma parte del área urbana de Nauta.

Terrazas bajas plano-depresionadas (Tbw)

Son superficies aluviales llanas y depresionadas de 0 a 4% de pendiente que se caracterizan por presentar sectores con problemas de hidromorfismo permanente; sus alturas con respecto al nivel de los ríos es inferior a 5 m. Normalmente, contienen una napa freática libre muy cerca de la superficie, la misma que durante los periodos lluviosos llega a aflorar. Comprende aproximadamente 16 934 ha, que representa el 6,41 % del área total.

Estos relieves se encuentran conformados por un substrato rocoso impermeable sobre el cual se han acumulado sedimentos aluviales sin consolidar integrados por arcillas y limos altamente orgánicos de colores gris oscuros. Por su característico drenaje imperfecto a pobre, estas superficies planas a ligeramente depresionadas presentan una asociación de suelos secos con áreas hidromórficas (aguajales mixtos).

Las ocurrencias más conspicuas de estas superficies se localizan en las cercanías de la localidad de Samaria, Señor de los Milagros, Santa Eloísa y Payorote, en el Amazonas; también ocurren en diversos tramos del río Nanay, como el que se extiende entre Puerto Almendra y Santa Clara. Asimismo, se desarrollan en la margen derecha del río Itaya, entre aproximadamente las localidades de San Martín y San Pedro.



Foto N° 05: Terraza media plano-depresionada (Tbw) con drenaje imperfecto, en la margen derecha del río Itaya. Tomada desde el puente que cruza el río. (UTM: 668,407E / 9'532,804N).

Terrazas bajas depresionadas (Tbd)

Constituyen superficies aluviales de topografía cóncava con pendientes de 4 a 8%, localizadas a lo largo de los cauces fluviales. Se caracterizan por presentar drenaje pobre a muy pobre, debido a que los suelos que la conforman no permiten el rápido desagüe de las aguas acumuladas tanto por las inundaciones fluviales como por las lluvias. Normalmente, sus alturas son inferiores a 5 m sobre el nivel de estiaje de los ríos. Ocupan aproximadamente 23 611 ha, que representa el 8,94% del área total.

Por su elevado hidromorfismo estos terrenos son conocidos con el nombre de “aguajales densos” debido a la especial vegetación que se desarrolla en su superficie, representada por la palmera neotropical *Mauritia flexuosa* (aguaje). Son terrenos que presentan un nivel freático oscilante muy cerca de la superficie, el mismo que llega a aflorar en etapas muy lluviosas. Litológicamente, estas terrazas se encuentran conformadas por sedimentos arcillo-limosos, de colores negruzcos a gris oscuro, que contienen abundante biomasa en descomposición.

Estas superficies, se presentan ampliamente en diversos sectores del área de estudio, especialmente en las márgenes de los ríos Amazonas, por el caserío de Lucero Pata; en el río Nanay desde su

desembocadura hasta la localidad de Santa Clara; también ocurren con cierta amplitud en la margen izquierda del tramo inferior del río Itaya, frente al caserío de Puerto Alegría I Zona.



Foto N° 06: Terraza baja depresionada (Tbd), con espejo de agua, margen derecha del río Nanay, cruzada por la carretera de acceso a la localidad de Nina Rumi. El lugar utilizado como un centro de esparcimiento (UTM: 681,9107E / 9°576,245N, 100 msnm).

Terrazas medias planas (Tmp)

Son superficies que presentan una topografía llana con pendientes de 0 a 5%, aunque en algunos sectores ocurren ligeras ondulaciones consecuencia de una moderada actividad erosiva pasada. Integra el sistema de terrazas formadas en tiempos subcrecientes, presentando alturas comprendida entre 8 y 15 m. sobre el nivel de estiaje de los cauces; parte de ellas, especialmente sus niveles inferiores pueden ser inundados parcial y eventualmente por las crecientes excepcionales. Abarcan casi 12 316 ha, que representa el 4,66% del área total.

Litológicamente, consisten de arcillas y arenas aluviales ligeramente consolidadas, que localmente pueden presentar fenómenos de tubificación y licuefacción. Los suelos presentan cierto grado de lixiviación, aunque este proceso es menor en las áreas que eventualmente reciben aportes de bases. El grado de erosión actual en su superficie es mínimo, salvo en sus taludes ribereños, donde son afectados por socavamientos fluviales y erosión lateral durante las etapas de crecientes estacionales. Estas terrazas pueden considerarse como de buena estabilidad.

Sus relieves se reconocen en forma discontinua en diversos sectores del área de estudio, especialmente al suroeste de Iquitos, comprendiendo las localidades de Santa Clara, Santo Tomás, Quistococha, Los Delfines y Nina Rumi, entre otras; también con buena amplitud entre los caseríos de 10 de Octubre y 1ro de Mayo; asimismo al norte del caserío Palo Seco, y al sur del caserío 03 de Octubre.



Foto N° 07: Terraza media plana (Tmp) sobre cuyos relieves se ha asentado el caserío 10 de Octubre (km 40 de la carretera Iquitos Nauta), en el distrito de San Juan (TM: 672,2507E / 9'544,099N, cota de 109 msnm).

Terrazas medias onduladas (Tmo)

Conforman el sistema de terrazas antiguas y subrecientes no inundables, caracterizadas por sus amplios y frecuentes ondulamientos producidos por una moderada actividad erosiva pasada, provocada por las aguas de precipitación y en cuyas depresiones pueden ocurrir áreas de mal drenaje. Sus pendientes fluctúan entre 0 y 8%, alcanzando sus alturas los 8 a 15 m sobre el nivel de los cursos fluviales. Comprenden aproximadamente 1073 ha, que representa el 0,41 % del área total.

Son relieves conformados por acumulaciones aluviales ligeramente consolidadas de arenas, limos y arcillas, presentando sus suelos un cierto grado de lixiviación, así como fenómenos de tubificación y licuefacción. El nivel de erosión actual en su superficie es muy débil, pero sus taludes ribereños pueden ser afectados por socavamientos fluviales y erosión lateral, especialmente durante las etapas de crecientes.

Estas superficies ocurren limitadamente en algunos sectores de la zona central del área de estudio, al este de los caseríos Nuevo Horizonte y El Paujil, así como entre los caseríos 05 de Junio y 13 de Febrero, entre los más característicos.



Foto N° 08: Terraza media (Tmo) de poca amplitud, en la margen derecha de la pequeña quebrada Zaragoza, en el área urbana de Nauta.

Terrazas altas onduladas (Tao)

Estos relieves consisten en superficies plano-onduladas originadas a partir de materiales aluviales depositados durante el pleistoceno. Sus alturas con respecto al nivel de estiaje de los ríos va de 15 a 20 metros y sus pendientes oscilan entre 0 y 8%, con una muy baja tasa de disecciones. En vista de las diversas fases de erosión cuaternaria, se presentan como remanentes de la extensa planicie aluvial desarrollada sobre los sedimentos de la formación Nauta. Ocupa aproximadamente 10 203 ha, que representa el 3,86% del área total.

Litológicamente, estas superficies se hallan conformadas por areniscas, limolitas y arcillitas, de color pardo amarillento a rojizo, con una cierta proporción de gravilla cuarzosa; en algunas zonas se reconoce la presencia de capas finas de hierro producidas por iluviación. En general se les considera como de buena estabilidad geomorfológica.



Foto N° 09: Relieve llano ligeramente ondulado de una terraza alta (Tao), en un sector del Caserío de San Lucas, ubicado en el km 38 de la carretera Iquitos Nauta.

Estos relieves presentan escaso desarrollo en el área de estudio, observados solo en ciertos sectores de las nacientes de la quebrada Punga, por el caserío Los Delfines y en las cercanías de los caseríos Varillal y Peña Negra, entre los más característicos.

Terrazas altas disectadas (Tad)

Son relieves elevados plano-ondulados, cuyas alturas van de 15 a 20 metros sobre el nivel de los ríos, caracterizándose por presentar frecuentes disecciones y pendientes que van de 0 a 8%. Debido a los diversos periodos de erosión cuaternaria, ocurren como remanentes aislados de la extensa llanura aluvial conformada por los materiales de la formación Iquitos. Abarcan aproximadamente 4592 ha, que representa el 1,74% del área total.

Litológicamente, estos relieves se hallan integrados por areniscas y limolitas pardas a blancas poco consolidadas, en paquetes de mediano espesor. En términos generales, estos relieves son considerados como de buena estabilidad geomorfológica, a pesar de que algunos de sus taludes pueden hallarse afectados por procesos de escurrimiento concentrado y socavamientos fluviales

Estas formas se presentan escasamente, reconocidas principalmente en la zona central, por los caseríos de Ángel Cárdenas, Nuevo Triunfo y entre los caseríos de Ex Petroleros y Nuevo Horizonte; otros relieves se desarrollan en el extremo centro-occidental de la zona.



Foto N° 10: Terraza alta disectada (Tad), entre los caseríos de Varillal y San Jose. (UTM: 681,431E / 9'566,843N, cota de 129 msnm).

Valle estrecho (Ve)

Son superficies angostas y alargadas que se encuentran circundados por colinas y lomadas y que se originan debido a la dinámica fluvial de algunas quebradas que discurren entre estos relieves. Presenta fondo plano con pendientes de 0 a 2% y una morfología en "V". Comprende aproximadamente 4576 ha, que representa el 1,73% del área total.

Su conformación se encuentra asociada a estructuras que afectan la secuencia rocosa (fallas, fracturas), las que son aprovechadas por los cursos hídricos para discurrir hacia los cauces principales.

En sus lechos presentan sedimentos recientes a subrecientes, de arenas, limos y arcillas, aunque en algunas zonas afloran capas rocosas terciarias. Son zonas vulnerables debido a su alto índice de lluvias torrenciales.

Estos relieves conforman entre otras, las quebradas Zaragoza, Sapira y Pensión, que desembocan en el Marañón; también se reconocen en las quebradas tributarias del tramo superior del río Itaya, cerca del extremo sur-occidental del área de estudio.



Foto N° 11: Valle estrecho (Ve) de una pequeña quebrada encajada entre rocas terciarias, con un pequeño tributario por su margen izquierda; cerca del caserío San Lucas.

Colinas

Las colinas son geoformas elevadas accidentadas que se caracterizan por presentar pendientes comprendidas entre 8% a más de 70% y alturas variables de varias decenas de metros. Son relieves originados por periodos de denudación y disección acontecidos en el pleistoceno, que litológicamente consisten de arcillitas, limolitas y areniscas, dependiendo el grado y densidad de las disecciones de las características físicas de las rocas que afloran. Abarca aproximadamente 135 072 ha, que representa el 51,15% del área total.

Su grado de erosión potencial es medio debido a la densa cobertura boscosa que cubre los relieves y a la poca magnitud de estos; sin embargo, actividades de deforestación podrían propiciar el desencadenamiento de acciones morfodinámicas de mayor intensidad que las actuales.

Estas geoformas se subdividen en:

Lomadas (Lo)

Son geoformas poco accidentadas de topografía ondulada y origen denudacional, con alturas sobre su nivel de base local normalmente inferiores a 20 metros y pendientes del orden de 8 a 15%. Son relieves desarrollados sobre las capas sedimentarias terciarias de la formación Pebas, de carácter blando y poco coherentes, afectadas por procesos de disección ocurridos en el cuaternario antiguo. En el terreno aparecen como una sucesión de pequeñas elevaciones, interrumpida sólo por cursos de agua de poca amplitud muchas veces no cartografiables debido a la escala de trabajo. Ocupan aproximadamente 31 368 ha, que representa el 11,88% del área total.

Su grado de erosión actual es bajo debido a su poca altura y escasa pendiente, así como a la protección que le da la densa cobertura vegetal que la cubre, debido a ello se les considera de buena estabilidad geomorfológica.

Estos relieves se distribuyen discontinuamente en numerosos lugares del área de estudio, entre los que destacan los que se extienden en el caserío Nueva Vida, San Rafael de Tapirilla, Betsaida, en la margen izquierda del río Amazonas; Nuevo San Martín, Creación 2000 y 24 de Junio en la margen izquierda del río Itaya.



Foto N° 12: Sector de pequeñas lomadas (Lo) cruzada por la carretera de penetración de Nuevo Horizonte (km 2.6) hacia el Caserío de 24 de Octubre, en las proximidades del km 38 de la carretera Iquitos Nauta.

Colinas bajas ligeramente disectadas (Cb1)

Constituyen elevaciones de origen estructural-denudacional, de 20 a 50 metros de altura sobre su nivel de base local, caracterizadas por presentar cimas cónicas o aristadas y laderas con pendientes del orden de 8 a 15%. Son relieves que se distinguen por su ligero grado de disección y porque se han desarrollado sobre unas capas rocosas sedimentarias de edad plio-cuaternaria; hallándose favorecidos por un sistema de pequeñas quebradas, que drenan las aguas de precipitación pluvial hacia terrenos topográficamente más bajos. Abarcan aproximadamente 32 374 ha, que representa el 12,26% del área total.

Litológicamente se han desarrollado sobre capas blandas y poco coherentes de areniscas y limoarcillitas de la formación Nauta. Por su relativa poca altura y cobertura boscosa que minimiza las acciones erosivas, estas elevaciones son considerados como de regular a moderada estabilidad.

En condiciones naturales solo son afectados por un escurrimiento laminar de poca intensidad y por algunos pequeños derrumbes en los sectores de mayor pendiente; pero actividades de deforestación podrían dar lugar a procesos intensos de escorrentía concentrada y una mayor frecuencia de pequeños derrumbes y deslizamientos.

Sus relieves se distribuyen en diversos sectores del área evaluada, pero sus mayores amplitudes ocurren especialmente en las zonas central y sur; destacando los que ocurren en los caseríos Nuevo Miraflores, El Triunfo, Habana, 12 de Abril y San Francisco, este último en las riberas del río Marañón.



Foto N° 13: Colinas bajas ligeramente disectadas (Cb1), en el km 4 de la vía Nauta Iquitos (UTM: 656,245E / 9'502,670N, cota de 123 msnm).

Colinas bajas moderadamente disectadas (Cb2)

Similar a la **Cb1**, constituyen elevaciones de cimas planadas a ligeramente redondeadas, desarrolladas en capas sedimentarias plio-pleistocenas, pero con una mayor densidad de disecciones, originadas por procesos erosivos acontecidos en el pasado. Sus alturas fluctúan entre 20 y 50 metros con respecto al nivel de base local; presentando pendientes del orden de 15 y 25%. Comprenden aproximadamente 30 871 ha, que representa el 11,69% del área total.

Estas formas se desarrollan mayoritariamente sobre los paquetes de areniscas y limoarcillitas poco compactas que integran la formación Nauta. Conforman zonas de mediana estabilidad, pero con un grado de erosión potencial algo más elevado que el relieve anterior; encontrándose afectadas por un escurrimiento laminar de poca intensidad y por pequeños derrumbes y deslizamientos. Actividades de deforestación podrían desencadenar procesos de escorrentía concentrada y una mayor frecuencia de derrumbes y deslizamientos de pequeña magnitud.

Sus unidades se extienden en la zona central y sur del área de estudio, destacando en la localidad de Nauta y el caserío Puerto Prado en la margen izquierda del río Marañón; también en el caserío 12 de Octubre, ubicado en el tramo superior del río Itaya; asimismo, por el caserío Nuevo Horizonte aledaño a la carretera Iquitos-Nauta; y los que ocurren en el caserío San Joaquín de Omaguas en las riberas del Amazonas.



Foto N° 14: Ladera de Colina baja moderadamente disectada (Cb2), en la carretera de Iquitos-Nauta, sector entre UTM: 656,359 E / 9'506,880, cota de 153 msnm.

Colinas bajas fuertemente disectadas (Cb3)

Son relieves de cimas cónicas o aristadas con alto grado de disección, desarrollados en sedimentos de la formación Nauta; las pendientes de sus laderas son del orden de 25 a 50% y sus alturas sobre su nivel de base local son inferiores a 50 metros. Existen numerosos sectores locales donde por un incisionamiento más pronunciado las pendientes de las laderas superan el 70%. Ocupan aproximadamente 40 459 ha, que representa el 15,32% del área total.

De forma similar a las unidades anteriores, estos relieves constituyen zonas de mediana estabilidad, pero con un grado de erosión superior. En condiciones naturales, la principal acción erosiva es el escurrimiento difuso, pero una etapa de deforestación, daría lugar a procesos de escorrentía concentrada y pequeños deslizamientos, como ya están ocurriendo en algunas zonas cruzadas por caminos o carreteras de acceso o intervenidas por actividades agropecuarias.

Estos relieves se desarrollan ampliamente en las zonas sur y sur-occidental de área evaluada, muy característico en las localidades de San Antonio y Santa Rosa y en las riberas del río Marañón; así como en las inmediaciones del caserío Villa Belén, cabeceras del río Itaya. En algunas zonas estas colinas presentan cimas alargadas, como en la localidad de Santa Cruz al noreste de Nauta y por el caserío de Nuevo San Juan, en el km. 70.5 de la carretera Iquitos-Nauta.



Foto N° 15: Ladera de una colina fuertemente disectada (Cb3) con una cima abovedada, alargada, en el sector este de la localidad de Nauta.

Tabla N° 01
Unidades geomorfológicas del área de estudio

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		PENDIENTES (%)	ALTURA SOBRE NIVEL DE BASE (m)	SÍMBOLO	SUPERFICIE (has)	PORCENTAJE (%)
PLANICIES	Playas fluviales	0-2	<2	Pl	2 800	0,90
	Orillares recientes	0-2	<5	Or1	10 677	4,04
	Orillares antiguos	0-2	<5	Or2	23 717	8,98
	Terrazas bajas inundables	0-2	<5	Tbi	9 160	3,47
	Terrazas bajas eventualmente inundables	0-2	5-8	Tb1	1 177	0,45
	Terrazas bajas plano-depresionadas	0-4	<5	Tbw	16 934	6,41
	Terrazas bajas depresionadas	4-8	<5	Tbd	23 611	8,94
	Terrazas medias planas	0-2	8-15	Tmp	12 316	4,66
	Terrazas medias onduladas	2-4	8-15	Tmo	1 073	0,41
	Terrazas altas onduladas	2-4	15-20	Tao	10 203	3,86
	Terrazas altas disectadas	2-8	15-20	Tad	4 592	1,74
	Valle estrecho	0-2	<5	Ve	4 576	1,73
COLINAS	Lomadas	8-15	<20	Lo	31 368	11,88
	Colinas bajas ligeramente disectadas	15-25	20-50	Cb1	32 374	12,26
	Colinas bajas moderadamente disectadas	25-60	20-50	Cb2	30 871	11,69
	Colinas bajas fuertemente disectadas	15-35	20-50	Cb3	40 459	15,32
Centros poblados					4 777	1,81
Cuerpos de agua					3 401	1,29
TOTAL					264 084	100,00

3.3. Morfodinámica

Una de los procesos más frecuentes es la dinámica fluvial de los ríos principalmente Amazonas y Marañón. Por ello, éste presenta un efecto extenso sobre el medio ambiente abiótico y biótico en la Amazonía peruana (Kalliola et al., 1987; Kalliola et al., 1992a y 1992b). Durante las inundaciones, grandes cantidades de agua penetran en las planicies de inundación y, los ríos de agua blanca, como el Amazonas, traen consigo una carga considerable de sedimentos fértiles, con origen en los Andes (Sioli, 1984; Furch y Klinge, 1989; Rodríguez et al., 1992; Kalliola et al., 1993; Linna 1993). y, además de eso, la mayor parte de los sedimentos superficiales en áreas no inundables es también de origen fluvial (Räsänen et al., 1987).

Esta sección, describe los procesos morfodinámicos que modelan actualmente el relieve de la región, los mismos que en su clase e intensidad están condicionados por el relieve variado del terreno, la litología de los sedimentos, la cobertura boscosa y las condiciones climáticas predominantes.

En términos generales los procesos morfodinámicos que en las geformas del área son ligeros, debido al relieve esencialmente bajo conformado por terrazas aluviales y colinas, donde la erosión mayor ocurre en las inmediaciones de los ríos. Sin embargo, estos relieves son esencialmente sensibles a los procesos naturales, y son más frágiles aun cuando se producen actividades de deforestación extendida.

Fueron identificados los siguientes procesos morfodinámicos:

3.3.1. DESBORDES E INUNDACIONES

Son acciones morfodinámicas que ocurren durante la temporada de lluvias estacionales, cuando como consecuencia de las precipitaciones acontecidas en las cabeceras las aguas de los cauces fluviales se elevan extremadamente llegando a cubrir todo su lecho actual y gran parte del sistema de terrazas bajas adyacentes; siendo la magnitud de sus impactos generalmente ligeros debido a que se trata de desbordes de agua relativamente tranquilos y pueden por su periodicidad ser previstas por la población asentada en la zona.

Sin embargo, las inundaciones eventuales que se producen en años excepcionalmente lluviosos debido a anomalías climáticas, pueden afectar algunos de los niveles más bajos de las terrazas medias constituyendo procesos que por la irregularidad de su ocurrencia no permite predecirlos ni adoptar medidas para contrarrestar sus potenciales efectos, en los emplazamientos humanos asentados en estos relieves.

Cabe destacar algunas diferencias en el dinamismo fluvial. En los ríos Amazonas y Marañón por sus cauces muy amplios, sólo algunos sectores de sus terrazas bajas son afectados por las crecientes, mientras que la mayor parte de ellas presentan un carácter de inundabilidad más o menos eventual y de corta duración. Los otros ríos del área de estudio, como el Nanay y el Itaya presentan cauces angostos, en gran parte encajados, por lo que generalmente todas sus terrazas bajas son afectadas durante las crecientes.



Foto N° 16: Inundación en creciente en proceso (mayo-junio), que afecta la superficie de una terraza baja, en la margen derecha del río Itaya (UTM: 695,517E / 9'583,366 N, cota de 85 msnm).

3.3.2. SOCAVAMIENTOS Y EROSIÓN LATERAL

Son acciones erosivas que realizan las corrientes fluviales, cuando estas se hallan saturadas de material sólido, siendo sus efectos más notorios durante las crecientes estacionales. Se producen por desgaste de los taludes ribereños y el posterior desplome de las porciones más elevadas; siendo sus efectos más acentuados cuando el borde de las terrazas aluviales se encuentra conformado por sedimentos granulares poco consolidados.

La erosión lateral se produce a lo largo de toda la zona ribereña, en tanto que los socavamientos propiamente dichos, son más activos en los sectores cóncavos de los cauces. Ambas acciones producen el ensanchamiento de los lechos y el retroceso de las riberas. Los efectos de la erosión en las riberas se traducen en la pérdida definitiva de terrenos agrícolas, viviendas y obras de infraestructura asentadas sobre dichas superficies.

Cabe señalar, que existen dos zonas en el río Amazonas que se encuentran afectadas intensamente por estos procesos y donde este río puede llegar a capturar el cauce del río Itaya, con las consiguientes nefastas consecuencias para las poblaciones aledañas, incluso para la ciudad de Iquitos. Una zona se

ubica aproximadamente entre las coordenadas UTM 692,000E y 9'564,000N, donde el Amazonas se halla a unos 4 km del Itaya; la otra zona, se localiza a la altura de la localidad Varadero de Omaguas, donde el Amazonas se encuentra en proceso de retomar su antiguo cauce con lo que se aproximará a unos escasos 2 km del río Itaya.



Foto N° 17: Sector de fuerte erosión lateral, con existencia de rocas terciarias deleznales, generada por el río Amazonas;(UTM: 696.104 E / 9'562,330 N, cota de 87 msnm).

3.3.3. ESCURRIMIENTO DIFUSO Y LAMINAR

Es el recorrido generalizado en dirección de la pendiente hacia abajo por parte de hilos o láminas de aguas provenientes de la lluvia, sus efectos erosivos son mínimos en terrenos llanos a ondulados pero significativos al escurrir por vertientes inclinadas de fuerte pendiente, convirtiéndose en un eficaz agente erosivo en áreas deforestadas pues en su acción de lavado evacúan rápidamente las partículas meteorizadas del suelo, dando lugar a un empobrecimiento de él y propiciando el afloramiento de las masas rocosas del substrato.

En el área evaluada estos procesos tienen alta significación, debido a la intensa actividad colonizadora agrícola y ganadera, que ha deforestado no sólo terrenos llanos sino amplias zonas colinosas sin considerar su vocación de uso. Este fenómeno da lugar a la pérdida definitiva de los suelos y una mayor carga de sedimentos en los ríos y por lo tanto en un incremento de su poder erosivo aguas abajo.



Foto N° 18: Colinas deforestadas por actividad ganadera; con suelos lavados por las lluvias (tonalidades marrones) por falta de cobertura boscosa aflorando las rocas del substrato, sin vegetación. (UTM: 656,245 E / 9'502,670 N, cota de 123 msnm).

3.3.4. SURCOS Y CÁRCAVAS

Son formas erosivas que se desarrollan a favor de la pendiente cuando las aguas de precipitación excavan en el suelo canales de drenaje más o menos definidos, los cuales funcionan intermitentemente durante los periodos de lluvias y actúan incisiones del fondo, acción que se halla facilitada por la baja coherencia de los materiales que integran los suelos, pero sobre todo por actividades de deforestación. Los canales pueden ser superficiales, dando lugar a los denominados surcos, o pueden ser profundos, en cuyo caso son conocidos como cárcavas. En general, los procesos erosivos son remontantes, pendiente arriba, pero, controlados en forma natural por las raíces y la cobertura vegetal.

Normalmente, esta clase de formas erosivas se desarrollan en los taludes ribereños de los diferentes sistemas de terrazas y en los relieves colinosos de fuerte pendiente.

Durante el trabajo de campo fueron reconocidas varias sectores afectados intensamente por este tipo de procesos y que fueron por actividades de deforestación y facilitados por la baja coherencia de los sedimentos arcillo-limosos terciarios. Entre estos lugares destacan: entre los caseríos San Juan y 1ro de Octubre (Foto 19: UTM: 656,245E/9'502,670N), también al sur de Nuevo San Juan (UTM: 660,407E/9'518,034N) y en unas colinas cerca de la localidad de Nauta (UTM: 655,407E/9'503,690N).

En otros sectores, estos procesos han sido activados por la construcción de carreteras (Foto 20), como en localidad de Nauta (UTM: 657,252E/9'510,821N) y al sur del caserío Huáscar, en la carretera Iquitos-Nauta (UTM: 665,023E/9'527,232N).



Foto N° 19: Densa red de surcos y cárcavas entre los caseríos de San Juan y 1ro de Febrero. La deforestación y la presencia de rocas terciarias deleznable, han activado el proceso



Foto N° 20: Erosión en surcos y cárcavas que afectan capas limo-arcillosas poco coherentes de la formación Nauta, procesos activados por la construcción de la carretera Iquitos-Nauta y la alta pluviosidad de la región. Cerca de la localidad de Nauta, (aproximada UTM: 656,245E/9'502,670N, cota de 123 msnm).

3.3.5. HIDROMORFISMO

Es un proceso morfodinámico frecuente en el llano amazónico. Consiste en la acción natural de ciertos sectores de mantenerse permanentemente en condiciones húmedas inestables; caracterizándose por presentar suelos finos, altamente ácidos y vegetación típica de palmeras.

La formación de estas geoformas está ligada a las intensas precipitaciones pluviales depositadas sobre una superficie llana o depresionada con un suelo netamente impermeable. Cuando estos terrenos presentan una napa freática muy cerca de la superficie o se hallan cubiertas por un espejo de agua, constituyen los denominados “aguajales”. Estos sectores debido a su elevada sensibilidad ecológica y baja capacidad portante de sus suelos constituyentes son las menos recomendables para el emplazamiento de obras de infraestructura y actividad humana, por lo que en lo posible deben ser evitadas.

En el área de estudio, presentan buen desarrollo en las riberas de los ríos Amazonas, Nanay e Itaya. En el mapa geomorfológico se han diferenciado mediante símbolos adecuados, dos categorías de hidromorfismo, denominándoseles como: hidromorfismo elevado e hidromorfismo muy elevado.



Foto N° 21: Zona hidromórfica afloramientos de agua y el desarrollo de palmeras características, que en gran parte fueron para uso del área para recreación. El lugar (UTM: 681,9107E / 9'576,245N, cota de 100 msnm).

3.3.6. DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS

Consisten en bruscos movimientos de tierras de génesis y magnitud variada, aún cuando en la práctica ocurren con frecuencia combinaciones y simultaneidad de los procesos que los originan. Los movimientos sísmicos pueden propiciar el desarrollo de estas acciones.

Los derrumbes son movimientos de masa de pequeña magnitud, generados esencialmente por la fuerza de gravedad. Estos ocurren por desplome violento de materiales secos poco coherentes del substrato rocoso, favorecidos por las pendientes elevadas y alteración de las rocas. Son relativamente frecuentes en las terrazas aluviales afectadas por socavamientos fluviales durante las crecientes estacionales; también se producen en las colinas aunque con menor índice de frecuencia.



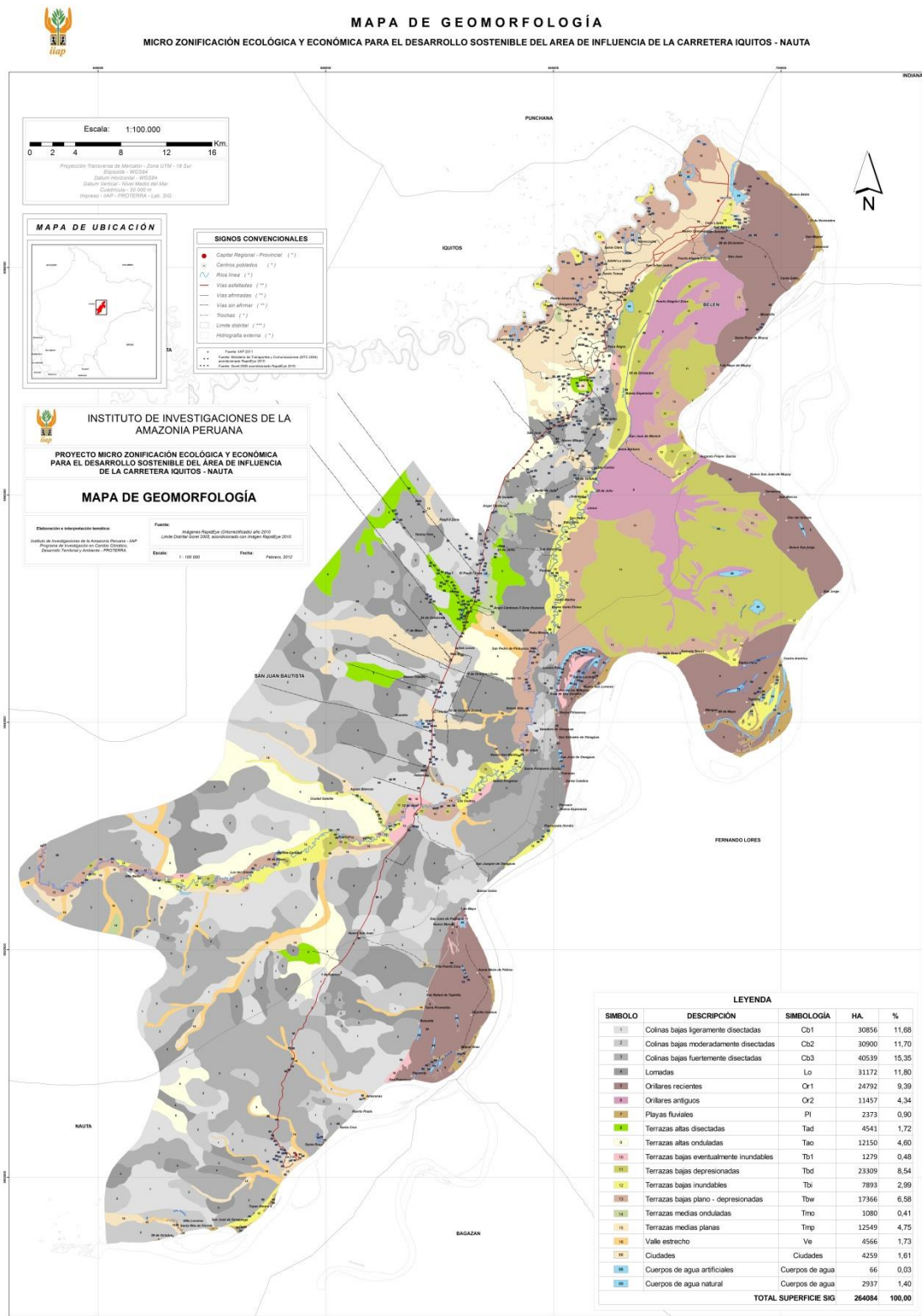
Foto N° 22: Derrumbe de paquetes de limoarcillitas terciarias, en la margen izquierda del río Amazonas, originado por socavamiento fluvial. (UTM: 691,742 E / 9'564,374 N, cota de 84 msnm).

Los deslizamientos son movimientos de masa violentos donde el agua es el agente generador, al saturar y aumentar de peso a los materiales superficiales. Son relativamente frecuentes en las colinas de fuerte pendiente, aunque en los sectores colinosos de la carretera Iquitos Nauta no es frecuente estos procesos, solo se presentan esporádicamente movimientos lentos como reptación de suelos y solifluxión producidos por principalmente por sobrecarga de los sedimentos superiores que presionan a los sedimentos inferiores compuestos por arcillas de alta plasticidad.



Foto N° 23: Deslizamiento de materiales cuaternarios y terciarios, producido por humedecimiento y erosión lateral, margen izquierda del río Amazonas, a 10 metros de la Foto 22 aguas abajo de la foto anterior.

Figura N° 01
Mapa final de Geomorfología del Área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta



IV. CONCLUSIONES

- El área de estudio presenta una variedad de relieve, los cuales se han clasificado por sus características morfométricas, morfogenéticas y morfodinámicas.
- Predominan las colinas bajas y las terrazas aluviales de diferentes niveles escalonados.
- El área está en sectores colinosos, cuya morfología responde principalmente a una evolución de tipo tropical húmedo, protegidos por una densa cobertura vegetal boscosa, y por acciones erosivas debidas a las pendientes o desencadenadas por una creciente deforestación realizada por colonos agrícolas y ganaderos. En los ríos Marañón, Amazonas el proceso desencadenante producido por estas actividades es la erosión lateral, que es una de la que más perjudica a las poblaciones asentadas en sus riberas.
- El ámbito de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, desde el Km 5, soportado 30 años de intensa deforestación antrópica, que ha influido notablemente en la morfología actual de su territorio debido a un aumento de la erosión sobre las laderas en el sector lateral de la carretera. Este proceso en aumento, determina una importante consideración de riesgo erosivo y ecológico para el ámbito del estudio, en particular en los laterales del diseño de carreteras.
- Por el grado de vulnerabilidad física de los relieves se ha considerado cuatro categorías: estables, ligeramente vulnerables, moderadamente vulnerables y vulnerables. Estas categorías están referidas en la descripción del submodelo de Peligros Múltiples, donde se detalla la metodología y la ubicación de estas categorías.

V. RECOMENDACIONES

- Debido al carácter creciente de los procesos erosivos del área evaluada, propiciado por la creciente colonización realizada sin planeamiento, lo más recomendable es propender a una política integral que contribuya a atenuar las acciones erosivas. Se debe considerar frenar la deforestación y estabilizar mediante obras de ingeniería las zonas donde se han producido cárcavas y otros procesos erosivos. Y en las riberas se debe realizar planes para mitigar los efectos de las inundaciones y no construir ninguna infraestructura (este error persiste), ni realizar actividades agrícolas de cultivos permanentes, porque la acción erosiva de los ríos con gran caudal deja efectos lamentables sobre todo cuando está en creciente.
- Con el objeto de prevención se debe estudiar la dinámica fluvial y erosiva de los ríos, especialmente del Amazonas, que en un futuro no muy lejano podría capturar el cauce del Itaya, lo que generaría un gran impacto en las poblaciones y zonas aledañas a la ciudad de Iquitos. Se debe realizar estudios de monitoreo ya sea con datos históricos vinculados con datos recientes de las pérdidas de terreno producidos por la migración lateral, especialmente en sectores denominados críticos. Asimismo efectuar comparaciones del cauce mediante fotointerpretación de imágenes satelitales multitemporales, con el objeto de determinar tendencias futuras.
- Efectuar programas de reforestación en los sectores han sido degradadas por la actividad colonizadora, seleccionando especies arbóreas apropiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOLLFUS, OLIVIER**, 1991. Territorios andinos. Lima, Instituto Francés de Estudios Andinos e Instituto de Estudios Peruanos.
- HARRISON, J.V.** 1941. Una Expedición a los Andes Centrales del Perú. Boletín Oficial de la Dirección de Minas y Petróleo. Números 64 y 65 (1941).
- IIAP**, 2002. Propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Río Aguaytía
- INGEMMET**, 1964. Sinopsis de la Geología del Perú. Bol. 22 Serie A.
- INGEMMET**, 1999. Geología de los Cuadrángulos de Bolívar, Curaray, Santa Clotilde, Qda. Aguablanca, Qda. Sabaloyacu, San Lorenzo, Intuto, Río Pintoyacu, Río Mazán, Río Corrientes, Libertad, Río Nanay, Santa Rosa, Yacumama, Río Itaya, Yanayacu, Chapajilla y Nauta. Hojas: 5-n, 5-ñ, 6-n, 6-ñ, 6-o, 7-n, 7-ñ, 7-o, 8-n, 8-ñ, 8-o, 9-n, 9-ñ, 9-o, 10-n, 10-ñ y 10-o. Bol. 131 Serie A.
- INGEMMET**, 1999. Geología de los Cuadrángulos de Puerto Arturo, Flor de Agosto, San Antonio del Estrecho, Nuevo Perú, San Felipe, Río Algodón, Orellana, Huanta, Iquitos, Río Manítí, Yanashi, Tamshiyacu, Río Tamshiyacu, Buen Jardín, Ramón Castilla, Río Yavarí Mirín y Buenavista. Hojas: 4-p, 5-p, 5-q, 5-r, 6-p, 6-q, 6-r, 7-p, 7-q, 7-r, 8-p, 8-q, 8-r, 9-p, 9-q, 9-r, 10-p, 10-q y 10-r. Bol. 132 Serie A.
- PEÑAHERRERA, C.** 1969. Geografía General del Perú. Tomo I, Aspectos Físicos. Lima, Ediciones Ausonia.
- PULGAR V, J** 1976. Geografía del Perú. Las 8 regiones naturales del Perú. Editorial Universo.
- VIERS, GEORGES**, 1974. Geomorfología. Barcelona, Ediciones Oikos-Tau.
- VILLOTA, HUGO**, 1991. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras. Primera Parte: Geomorfología de Zonas Montañosas, Colinadas y Onduladas. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".
- INGEMMET (1998), cuadrángulos geológicos de Puerto Arturo (4-p), Flor de Agosto (5-p), San Antonio del Estrecho (5-q), Nuevo Perú (5-r), San Felipe (6-p), Río Algodón (6-q), Quebrada Airambo (6-r), Mazán (7-p), Francisco de Orellana (7-q), Huanta (7-r), Iquitos (8-p), Río Manítí (8-q), Yanashi (8-r), Tamshiyacu (9-p), Río Tamshiyacu (9-q), Buen- jardín (9-r), Ramón Castilla (10-p), Río Yavarí Mirín (10-q) y Buenavista (10-r).
- Informe y mapa litoestratigráfico de la "Sinopsis Explicativa de la Geología de la Amazonía Peruana", realizado por INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ (2007), a escala 1:1'000,000.

- Dumont. J. F. 1992, Rasgos morfoestructurales de la llanura amazónica del Perú; Efectos de la geotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas, ORSTOM Instituto frances de estudios andinos.
- K. Mertes, Dunne, Martinelli, 1996. Channel- Floodplain geomorphology along the Solomóes- Amazon River, Brazil. GSA Bulletin.
- Eeva Tuukki, Päivi Jokinen, Risto Kalliola. 1996, Migraciones en el rio Amazonas en las ultimas decadas, sector confluencia rios Ucayali y Marañon - Isla de Iquitos folia amazonica vol. 8(1) - iiap 111
- Räsänen, M. et all. 1998. Geología y geformas de la zona de Iquitos. En: Kalliola, R. & Flores, S. (eds.), Geoecología y desarrollo amazónico: Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Turun, Turku, Annales Universitatis Turkuensis, Ser. A-II, 114, p.59-137.
- Räsänen, M., Linna, A. M., Santos, J.C.R. & Negri, F. R. 1995. Late Mioceno tidal deposits in the Amazonian foreland basin. Science 269: 386-390.
- Räsänen, M., Salo, J., Jungner, H. & Romero, L. 1990. Evolution of the Wetern Amazon lowland relief: impact of Andean foreland dynamics. Terra Nova 2: 320-333.

ANEXOS

Glosario de Términos Geomorfológicos

Aguajal: Superficies plano-depresionadas caracterizados por su elevado hidromorfismo y la presencia de una cobertura vegetal propia, representada por la especie *Mauritia flexuosa* (aguaje).

Anastomosado: Cauce fluvial que circula en múltiples canales que se dividen y reúnen sucesivamente, quedando separados entre sí por islas o barreras de material aluvial.

Arcillitas: Rocas sedimentarias arcillosas de poca coherencia.

Areniscas: Rocas sedimentarias clásticas, productos de la consolidación de la arena.

Avenidas: Crecientes que se producen en los ríos durante el periodo de lluvias estacionales.

Basamento rocoso: Son rocas antiguas sobre las cuales yacen rocas más modernas.

Capacidad portante: Cualidad de un suelo relacionada con su compresibilidad o capacidad para soportar pesos, tales como edificaciones, carreteras, vehículos, etc.

Cenozoico: Tiempo geológico transcurrido desde la finalización del Mesozoico hasta nuestros días. Tiene una duración de 70 millones de años y se divide en Terciario y Cuaternario.

Cuaternario: Periodo más moderno del Cenozoico; se le subdivide en Pleistoceno (Cuaternario antiguo) y Holoceno (Reciente). Su duración se estima en 1 millón de años, correspondiendo al Holoceno, los últimos 10,000 años.

Denudación: Proceso de remoción de los materiales superficiales sueltos por los agentes de transporte: agua, viento, etc. Acción de desnudar la superficie terrestre.

Disección: Es el trabajo de corte o incisión de la superficie, efectuado por los procesos erosivos.

Estiaje: Etapa de menor caudal de una corriente fluvial.

Erosión laminar: Es el proceso erosivo que ocurre cuando las aguas de precipitación discurren como una lámina pendiente abajo.

Geoforma: Término utilizado como sinónimo de forma fisiográfica.

Hidromorfismo: Es la proclividad natural de ciertas zonas de conservarse permanentemente en condiciones húmedas.

Holoceno: Es el último periodo de la era cuaternaria, también se le denomina Reciente. Tiene una duración de 10, 000 años.

Limolitas: Roca sedimentaria compuesta por fragmentos de limo.

Litología: Se refiere a las características físicas de las rocas.

Lixiviación: Proceso de lavado o disolución de las rocas, minerales o suelos por acción de las aguas de precipitación pluvial.

Llanura aluvial: Superficie llana a lo largo de un valle fluvial.

Meandro: Curva pronunciada en el curso de un río maduro, producida cuando este gira de un lado a otro en su recorrido a través de su llanura de poca pendiente.

Meteorización: Conjunto de procesos que ocasionan cambios físico-químicos en las rocas, dando como resultado su desintegración y descomposición paulatina.

Napa freática: Capa de agua acumulada en el subsuelo, cubierta por material impermeable. Puede ser acuífera, artesiana, cautiva.

Nivel de base: Punto a partir del cual se inicia la erosión remontante. El nivel de base puede ser un río, un lago, el nivel del mar, etc.

Pendiente: Grado de inclinación de una forma fisiográfica.

Pleistoceno: Periodo de la era cuaternaria; su duración fue de aproximadamente un millón de años.

Procesos morfodinámicos: Son acciones erosivas o deposicionales que modifican la superficie terrestre.

Restingas: Son terrenos elevados que a manera de plataformas alargadas sobresalen siempre en la llanura amazónica, aún en las épocas de mayores crecientes, propiciando una concentración de la fauna que allí encuentra refugio cuando las aguas cubren los terrenos más bajos.

Socavamientos: Forma de erosión en los taludes ribereños, generada por la acción hidráulica de un río.

Substrato: Es el basamento rocoso sobre el cual se asientan los suelos.

Tectónica: Rama de la geología que estudia los movimientos diferentes de la corteza terrestre por acción de fuerzas endógenas (internas).

Terciario: Periodo más antiguo del Cenozoico; se subdivide en las siguientes épocas: Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Plioceno. Tiene una duración de 62 millones de años.

Terraza fluvial: Superficie plana, relativamente angosta que se desarrolla en las márgenes de un río y termina en una pendiente abrupta.