

MIGRACIONES EN EL RIO AMAZONAS EN LAS ULTIMAS DECADAS, SECTOR CONFLUENCIA RIOS UCAYALI Y MARAÑON - ISLA DE IQUITOS

Eeva Tuukki*
Päivi Jokinen*
Risto Kalliola**

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron los cambios en el cauce del río Amazonas, usando material de percepción remota desde el año 1956. También se estudiaron fluctuaciones en el nivel del río durante 60 años. Se realizaron mediciones de formaciones erosionadas y sedimentadas, los cambios en su totalidad en el área estudiada y la variación dentro del área.

Los resultados presentan una subida del nivel del agua desde los años setenta y el aumento en las cantidades de las formaciones erosionadas y sedimentadas. Sin embargo, por los defectos en las fuentes de información y en la toma de datos, es necesario interpretar los resultados cautelosamente.

Se han distinguido cuatro tipos de secciones en el sector estudiado del río Amazonas según su morfología y dinámica fluvial. Las secciones con varios cauces (trenzado, anastomosado) son siempre separadas por secciones con un solo cauce (directo, meándrico). Cada sección ha permanecido, en términos generales, invariable en los últimos 40 años. En base a la división se puede inferir el comportamiento futuro del río en las próximas décadas. Sin embargo, los cambios imprevisibles del río son una parte de su suceso normal; y por eso, es muy difícil el control del mismo.

Palabras Claves: Dinámica fluvial, niveles de inundación, percepción remota, Perú, Río Amazonas.

* Departamento de Biología, Universidad de Turku, 20014 Turun yliopisto, Finlandia. Fax: + 358 21 333 5564

** Departamento de Geografía, Universidad de Turku, 20014 Turun yliopisto, Finlandia. Fax: + 358 21 333 5869

ABSTRACT

Natural changes of the river Amazon were studied using multitemporal remote sensing imagery since 1956 and data on water level fluctuations during 60 years. Deposition and erosion patches were measured with the purpose to investigate changes in river morphology and their spatial variations within the study area.

The results show that the flood level has been arising from the 1970's on, and also the rates of erosion and deposition have been increasing. However, because of defects on the data, caution must be exercised while interpreting these observations.

Four types of sections were distinguished in the river Amazon, representing different morphological characters and features of fluvial dynamics. Multi-channelled sections (braided or anastomosing) are always separated by a section with one single channel (straight or meandering). Each one of these sections has maintained its character throughout the monitored period of 40 years. Although it may be possible to predict the behavior of the Amazon river for the nearest future, the dynamic nature of this river makes it very difficult to anticipate changes in a longer run.

Key Words: Fluvial dynamics, flooding, remote sensing, Peru, Amazon river.

1. INTRODUCCION

Todos los que viven en Iquitos o lo visitan, conocen el problema grave de la ciudad. Los puertos y las orillas del río están siendo erosionados o rellenados por los sedimentos transportados por el río Amazonas.

El problema de Iquitos es una parte de un proceso normal de la dinámica fluvial: la migración del río.

La migración del río Amazonas en el noreste peruano es permitida por la topografía casi plana de la llanura amazónica. Fuerzas hidráulicas, fluctuaciones en el volumen y velocidad del agua y procesos de erosión y deposición provocan

la migración del río. Los procesos fluviales crean meandros en el río; la erosión se concentra al lado cóncavo y la deposición al lado convexo de los meandros.

Los meandros son una expresión del patrón del curso del río. Los factores que determinan un patrón de curso son la cantidad y el carácter de carga de sedimentos traídos por los ríos, y su descarga.

Los ríos pueden clasificarse de acuerdo al patrón de sus cursos (Reineck y Singh, 1980; Morisawa, 1985): los ríos de curso directo y meándrico presentan un solo cauce, mientras que los ríos de cursos trenzados y anastomosados contienen divisiones sucesivas y rejuntemientos de los canales alrededor de las islas aluviales. En ríos anastomosados las islas son más estables que en las de cursos trenzados.

La dinámica fluvial tiene 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).

La migración del río Amazonas, el río más largo y caudaloso del mundo, es uno de los hechos más citados de la amazonía.

El comportamiento caprichoso del Amazonas ya fue registrado en el año 1761 por el misionero jesuita San Joaquin de Omaguas que viajó por el Amazonas (Uriarte, 1986). En el libro "*El río que se aleja*" de García (1987) se han acumulado las fuentes históricas del comportamiento del Amazonas cerca de la ciudad de Iquitos.

Posteriormente, se han realizado varios estudios de la migración del río Amazonas frente a la ciudad de Iquitos para intentar detener la erosión que afecta los puertos de la misma (entre otros: McCreary-Koretsky-Engineers (MKE), 1965; Repetto, 1991; y Observaciones del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía (SHNA)). García & Bernex de Falen (1994) han expandido los estudios cerca de Iquitos para concernir las interrelaciones entre la dinámica fluvial, la vegetación y el crecimiento poblacional durante los últimos veinte años. Kalliola *et al.* (1992b) han realizado un estudio sobre la migración de los

ríos Ucayali, Marañón y Amazonas entre los años 1979 y 1983, y la distribución de la vegetación en los ríos de diferentes patrones.

Además de los anteriores, se han realizado otros estudios científicos sobre el movimiento del río Amazonas en Brasil (Sternberg, 1960; Mertes 1985), y de los ríos Ucayali y Marañón en el Perú (Dumont et al., 1990).

En el presente estudio, se utilizan material extenso de percepción remota de casi 40 años y datos de los cambios en el nivel del río de 60 años. Para interpretar extensamente el comportamiento del río, el estudio cubre una sección total de 140km de longitud del Amazonas. Con ayuda de los antecedentes históricos del río se intenta buscar una tendencia en base a la que se puedan predecir los movimientos del mismo.

Además, este estudio prepara una base para las investigaciones posteriores sobre la influencia de la dinámica fluvial en la vegetación en las islas del río Amazonas. Los resultados concernientes con ecología vegetal, se publicarán en el futuro.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Area de estudio

Los ríos Ucayali y Marañón se juntan para formar el río Amazonas en el Noreste peruano. El área de estudio, unos 140 km de longitud, se extiende desde la confluencia de los ríos Marañón y Ucayali hasta la Isla de Iquitos (Figura 1).

El río Amazonas presenta un patrón anastomosado (Puhakka et al., 1992). El nivel del río fluctúa en función a la época de creciente, que se presenta en los meses de diciembre a mayo, y a la época de vaciante en los meses de junio a octubre.

En este trabajo para mayor claridad se muestran ubicaciones a lo largo del río, así como las distancias desde la confluencia de los ríos Ucayali y Marañón (p. ej. la ciudad de Iquitos está situada en el km 118, distancia medida desde la confluencia de los ríos ya mencionados).

2.2. Niveles del río

Se estudiaron fluctuaciones en el nivel del río Amazonas desde el año 1933 hasta el año 1995. Los datos del nivel del río son de las siguientes fuentes, a saber:

- años 1933 - 1961: Dirección de Administración Portuaria del Ministerio de Hacienda (según Hydrotecnic Corporation, 1962).
- años 1962 - 1967: ONERN (1976).
- años 1968 - 1995: SHNA.

2.3. Cambios en el cauce del río

Con material de percepción remota se estudiaron la variación temporal y espacial de los cambios del río Amazonas (Cuadro 1).

Cuadro N° 1. Material de percepción remota usado en los análisis de la dinámica fluvial del Amazonas.

Año	Fecha	Nivel del río (m.s.n.m)	Escala original	Material	Hoja/ Proyecto
1956	Desconocida	Desconocido	1:100 000	Fotografía aérea (Instituto Geográfico Nacional 1989)	8-p, 9-p
1972	junio 16 - octubre 1	116 - 113	1:150 000	Mosaico de fotografía aérea	SAN 214-72-A
1972	junio 16 - octubre 1	116 - 113	1:20 000	Fotografía aérea vertical	SAN 214-215-72
1972	Desconocida	Desconocido	1:125 000	Imágenes de radar (SLAR)	13-1-D
1983	setiembre 19	111	1:250 000	Mapa planimétrico (LANDSAT MSS)	IFG 1984
1993	agosto 5	112	1:250 000	LANDSAT TM	WRS 006.63

Todos los materiales a diferentes escalas se convirtieron a la escala de 1:150000. Se eligió el mapa planimétrico de imágenes de satélite del año 1983 para la comparación con los otros mapas, ya que éste representa un mapa más confiable. Cada imagen se comparó con este mapa usando los sitios con características distintivas, como criterios para su confirmación. Después los cauces de los años 1956, 1972, 1983 y 1993 se dibujaron en transparencias. Se compararon los cauces por parejas, sobreponiendo dibujos de los años sucesivos, y se prepararon mapas de cambios (manchas de deposición y erosión) presentando tres períodos: 1956 - 72 (16 años), 1972 - 83 (11 años) y 1983 - 1993 (10 años).

Los mapas de cambios del río se usaron para investigar 1) los cambios en su totalidad en el área de estudio y 2) las variaciones en estos dentro del área de estudio.

- 1) Se midieron las superficies de las manchas erosionadas y depositadas de cada período usando un tablero digitalizador. Se contaron cantidades totales de los cambios separadamente para las orillas del río y para las islas.

- 2) Se examinaron la ubicación y variación de los procesos erosivos y de sedimentación en el cauce del río con un análisis de las líneas de transectas. En el medio del canal del río se estimó una línea mediana, y en cada dos kilómetros líneas transversales a la misma. A lo largo de las líneas transversales se midieron longitudes de formaciones de erosión y de deposición. Se estudiaron en total 193 transectos representando tres períodos.

3. RESULTADOS

3.1. Niveles del río

Durante el período 1933 - 1970, los mínimos y máximos anuales del río se mantienen relativamente por debajo de los valores promedio (Figura 2). Solamente en algunos años el máximo o el mínimo suben sobre los promedios de todos los años.

En los años setenta, el nivel llega a los valores más altos, y se mantiene arriba todo el decenio. Evidenciándose, en líneas generales, que los niveles anuales del río presentan una tendencia ascendente desde el año 1933 hasta el presente. Sin embargo, las diferencias entre los mínimos y máximos anuales (amplitud) varían entre cinco y diez metros en todo el periodo de 60 años.

3.2. Cambios en el cauce del río

La inestabilidad es muy pronunciada en ciertas secciones del río, p. ej. en los primeros kilómetros del río Amazonas (km 0 - 15) y entre los km 55 - 75 (Figuras 3 y 4). En estas etapas la formación de las islas es muy reciente; éstas desaparecen en unos 10 años y otras nuevas están desarrollándose en el canal.

Ciertas áreas del río parecen ser susceptibles a cambios de un tipo durante un periodo y a cambios contrarios en otro periodo. En las islas al oeste de la Isla Muyuy (km 90), tanto la erosión como deposición han afectado fuertemente el paisaje aluvial durante periodos sucesivos. En consecuencia, los sedimentos de los diferentes periodos forman un mosaico.

La migración unidireccional del río no es común en el área estudiada. Sólo en el km 110 se puede observar una deposición continua en cada periodo en el lado convexo del cauce del río. Debido a que la orilla cóncava externa, por su parte, es objeto de erosión, el cauce está moviéndose hacia el Noreste.

En el meandro entre los km 40 - 55, el lado convexo ha sufrido erosión durante el primer periodo, pero solamente deposición posteriormente. En el lado externo del meandro los cambios son contrarios.

Aunque la mayoría de las secciones estudiadas sufren cambios frecuentemente, existen algunos lugares sin cambios distinguibles durante casi 40 años.

Normalmente las orillas de las islas grandes son susceptibles a cambios; pero las orillas en la parte sur (margen derecha del río Amazonas) de la Isla Panguana (km 85 - 100) son excepcionalmente estables. Las secciones estables más largas de un solo cauce (cercanías del km 20 y el km 80) tienen unos diez kilómetros de longitud, son estrechas y sin formación de islas.

Tanto la cantidad de formaciones erosionadas como la de formaciones sedimentadas ha aumentado en el área de estudio (Cuadro 2). Existen diferencias entre los cambios en las islas y las orillas.

Durante las dos últimas décadas, las islas vienen siendo más susceptibles a la deposición que a la erosión salvo en el área de la isla de Iquitos (Cuadro 3). En general, las islas sufren más deposición que las orillas, y las orillas más erosión que las islas.

Cuadro N° 2. Superficies totales y anuales de erosión y deposición en el área de estudio en los períodos estudiados.

Período	Años	Erosión total (ha)	Erosión anual (ha)	Deposición total (ha)	Deposición anual (ha)
1956 - 72	16	5042	315	4440	278
1972 - 83	11	6551	596	7440	676
1983 - 93	10	6892	689	7422	742

Cuadro N° 3. Superficies anuales de erosión y deposición en las orillas y en las islas del Río Amazonas.

Período	Orillas del río		Islas	
	Erosión anual (ha)	Deposición anual (ha)	Erosión anual (ha)	Deposición anual (ha)
1956 - 72	148	120	167	157
1972 - 83	303	247	293	429
1983 - 93	420	348	270	394

4. DISCUSION

4.1. Niveles del río

Gentry y López; (1980) han sostenido, en base a los datos de los niveles del río Amazonas en Iquitos desde el año 1962 hasta el año 1978, que el nivel de inundación y la diferencia entre el mínimo y el máximo anual (amplitud) han aumentado. Repetto (1991) por su parte, evidencia que los niveles en la misma área en los años 1970 y 1980 registran valores más altos que el promedio del total de los años registrados desde 1935.

También nuestro análisis parece mostrar que la fluctuación en el nivel del río tiene una tendencia a presentar valores más altos durante la última parte del periodo estudiado. Sin embargo, a diferencia del estudio de Gentry y López-Parodi, la fluctuación en las amplitudes es aleatoria. Por cierto, la variación en las fuentes de información y posiblemente, en la manera de medir los niveles del río, puede deformar los resultados. Por ejemplo, el nivel del agua subió en el año 1968 cuando también cambió la fuente de los datos.

Todos los estudios no están de acuerdo en lo que respecta a que los niveles del río Amazonas han aumentado. El estudio de Gentry y López-Parodi ha encontrado crítica en base a sus parámetros metodológicos y estadísticos (Nordin & Meade, 1982; Sternberg, 1987). En los estudios del río Amazonas en Manaus, ni se encontró una tendencia segura en el nivel (Sternberg, 1987) ni en el caudal del río (Richey et al., 1989) en un período de unos 80 años y, por las razones arriba mencionadas, es preciso mantener ciertas dudas en la tendencia de incremento en el análisis.

4.2. Cambios en el cauce del río

El estudio muestra cómo los cambios en el cauce del río varían tanto espacialmente (a lo largo del río mismo) como temporalmente (períodos de cambios o de estabilidad en los mismos sitios, entre años diferentes).

Además, parece que los procesos de erosión y deposición han aumentado en los últimos periodos estudiados.

Sin embargo, este análisis puede tener inexactitudes por tres razones mayores: los materiales de percepción remota fueron obtenidos en diferentes fechas con

diferentes niveles de agua, los períodos estudiados son de diferentes duraciones, y la interpretación del material de percepción remota fue difícil. Por ejemplo, en el período 1972 - 1983 la diferencia entre los niveles de agua es 2 - 5 m. Por estas razones es posible que este resultado refleje aspectos de metodología y no cambios reales en el río.

Especialmente en las islas es pronunciada la situación irregular de sedimentos de diferentes períodos. Esta característica es típica para los ríos de curso anastomosado; en contraste, a lo largo de los cursos meándricos se puede observar migración unidireccional de curvas (Kalliola et al., 1992b). También un río anastomosado, como el río Amazonas, puede incluir partes meándricas, donde las orillas pueden mostrar tendencias hacia la erosión o la deposición. Cuando esta última es continua, un complejo de orillares será formado como consecuencia de una migración unidireccional del río.

Los cambios más extensos se encuentran en secciones anchas donde la velocidad de la corriente disminuye y la carga de sedimentos tiene la posibilidad de acumularse y formar islas.

Según Cornejo & Riva (1992), las islas del río Amazonas presentan una relativa estabilidad pero "en los últimos años se ha notado que los procesos erosivos son más acentuados que los de acumulación". Según nuestro estudio, una mayor deposición ocurrió en las islas durante el último período estudiado (1983 - 1993). Particularmente las islas pequeñas son susceptibles de cambios, pero también las más grandes sufren cambios continuamente.

En unas secciones los cambios están concentrados en el cauce, afectando principalmente las islas fluviales, y en otras en las márgenes del río. Por otro lado, en algunas secciones ambos fenómenos se pueden presentar conjuntamente. Por ejemplo, la deposición en las islas puede formar un impedimento para el flujo y la presión de la corriente se acentúa sobre las orillas del río.

A pesar de la inestabilidad temporalmente continua en la mayoría del río Amazonas, también existen lugares casi estables. En muchos de estos lugares el espacio para los movimientos del río está limitado por el margen de la planicie de inundación. En la mayor parte, estos lugares estables están caracterizados por un canal estrecho.

Para entender mejor los cambios en el río, es necesario recordar que normalmente, no solamente un factor sino que varios factores en conjunto

están afectando su dinámica. Además de los fenómenos presentados en este estudio, ocurren otros tipos de cambios, y la información sobre éstos provendrá de estudios de geomorfología de la planicie de inundación. Por ejemplo la anchura de la planicie de inundación (que llega a ser hasta de 40 km) indica inestabilidad pronunciada y migraciones de mucha mayor escala, las que pueden incluir mecanismos que no han ocurrido durante los últimos 40 años. Por ejemplo la Isla de Iquitos ha sido cortada por el río en el año 1994, siendo uno de los cambios más notorios en el río desde el año 1948.

4.3. Secciones del río

En el río Amazonas se pueden distinguir secciones distintas concernientes a su comportamiento y morfología. Aunque generalmente el río presenta un curso anastomosado, también existen cursos de otros tipos.

A continuación, las características de las secciones del río se han clasificado en cuatro tipos (Figura 3 y Cuadro 4).

Cuadro N° 4. Características de cuatro tipos de secciones en los primeros 140 kilómetros del río Amazonas (véase Figura 3).

	Directo	Meándrico	Trenzado	Anastomosado
Anchura del cauce	Estrecha	Estrecha	Bastante ancha	Ancha
Islas	No	No	Pequeñas, fugaces	Grandes, permanentes
Cambios	No	Unidireccionales	En mosaicos	En mosaicos
Secciones	2 y 6	4 y 8	1 y 5	3, 7 y 9

Excluyendo a la sección de la Isla de Iquitos, el río puede ser distinguido en dos partes en las cuales los tipos se repiten en el mismo orden: trenzado (T), directo (D), anastomosado (A) y meándrico (M). Las secciones trenzadas o anastomosadas son siempre separadas por secciones con un solo cauce: directo o meándrico. Todas estas secciones han permanecido básicamente iguales durante los casi 40 años estudiados.

Basados en esta división se puede inferir el comportamiento del río en un futuro próximo, quizás en décadas; pero la predicción para un tiempo más largo es incierta debido a mecanismos a mayor escala, como el tectonismo o los cambios climáticos.

Sin embargo, aunque en algunos lugares el río causa destrucción, la deposición de material de alta fertilidad en otros, es un factor importante que puede ser de una gran potencialidad para el desarrollo de la zona.

5. CONCLUSIONES

- 1) El nivel de inundación del río Amazonas viene subiendo desde la primera mitad de los años setenta. Pero, por los inexactitudes en los datos, esto posiblemente sea falso.
- 2) Las superficies de las formaciones erosionadas y sedimentadas parecen haber aumentado.
- 3) Los cambios son continuos en unos sitios; pero en otros, los cambios son muy variables.
- 4) Se pueden distinguir cuatro tipos de secciones en el río Amazonas: sección de curso directo, meándrico, trenzado y anastomosado. Las cuales se repiten ordenadamente y en conjunto a lo largo del curso estudiado exceptuando la sección en la Isla de Iquitos.
- 5) Para entender la conducta del río, se necesita tener en cuenta no únicamente una parte corta del río sino también otras secciones más distantes.
- 6) Los cambios del río Amazonas son una parte del suceso normal de los ríos. Por eso, es muy difícil el tratar de controlarlo, y es mejor acomodarse a sus resultados aprovechando sus aspectos positivos.

6. AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku (PAUT). Expresamos nuestra gratitud a Abel Sarmiento Tulumba y Antonio Layche Gómez por su colaboración en el campo, y a Kalle Ruokolainen y Luisa Rebata Hernani por sus sugerencias críticas. Ofrecemos nuestro reconocimiento a Carlos Calle Barco (IIAP) por su valiosa colaboración y al Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía (SHNA), especialmente a Jorge Paredes Bravo, por los datos de los niveles del río. El trabajo ha tenido el apoyo de la Academia de Finlandia, la Sociedad de la Universidad de Turku, la Sociedad de T. y J. Wallden y la Unión Europea (STD3).

7. BIBLIOGRAFIA

- McCREARY - KORETSKY - ENGINEERS 1965. *Iquitos riverbank protection. Second part of Phase II of studies for Riverbank Protection along the Amazon River at Iquitos, Peru*. Lima, Perú.
- DUMONT, J. F., LAMOTTE, S. & KAHN, F. 1990. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: Plant species diversity in the light of some geological and botanical evidence. *For. Ecol. Manag.* 33/34: pp. 125 - 139.
- CORNEJO, H. & RIVA, R. 1992. *Estudio de suelos y capacidad de uso mayor de las tierras zona Tamshiyacu-Indiana*. IIAP, Iquitos, Perú. 51 p.
- FURCH, K. & KLINGE, H. 1989. Chemical relationships between vegetation, soil and water in contrasting inundation areas of Amazonia. En: J. Proctor (ed.): *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*, pp. 189 - 204. Special publication number 9 of the British ecological society. Blackwell Scientific Publications, Cambridge.
- GARCIA, J. 1987. *El río que se aleja: cambio del curso del Amazonas, historia y estudio técnico*. CETA, Iquitos, Perú. 57 p.
- GARCIA, J. & BERNEX DE FALEN, N. 1994. *El río que se aleja: cambio del curso del Amazonas, estudio histórico-técnico*. CETA-IIAP, Iquitos, Perú. Segunda edición. 51 p.
- GENTRY, A.H. & LOPEZ-PARODI, J. 1980. Deforestation and Increased Flooding of the Upper Amazon. *Science* 210: pp. 1354 - 1356.
- HYDROTECNIC CORPORATION 1962. *Defensa de la Ribera del Río Amazonas en Iquitos*.
- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL 1989. *Atlas del Perú*. Lima, Perú. pp. 68 - 69.
- KALLIOLA, R. SALO, J. & MÄKINEN, Y. 1987. Regeneración Natural de las Selvas en la Amazonía Peruana 1: Dinámica fluvial y sucesión ribereña.

Memorias del Museo de Historia Natural Javier Prado N°18. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Lima, Perú. 102 p.

- KALLIOLA, R., SALO, J., PUHAKKA, M. & RAJASILTA, M. 1992a. New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains. *J. Ecol.* 79: pp. 877 - 901.
- KALLIOLA, R., SALO, J., PUHAKKA, M. & RAJASILTA, M., HÄME, T., NELLER, R.J., RÄSÄNEN, M.E. & DANJOY ARIAS, W.A. 1992b. Upper Amazon channel migration. Implications for vegetation perturbation and succession using bitemporal Landsat MSS images. *Naturwiss.* 79: pp. 75 - 79.
- KALLIOLA, R., LINNA, A., PUHAKKA, M., SALO, J. & RÄSÄNEN, M. 1993. Mineral nutrients in fluvial sediments from the Peruvian Amazon. *Catena* 20: pp. 333 - 349.
- LINNA, A. 1993: Factores que contribuyen a las características del sedimento superficial en la selva baja de la Amazonía peruana. En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.): Amazonía Peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino. pp. 87 - 97.
- MERTES, L.A.K. 1985. Floodplain Development and Sediment Transport in the Solimoes-Amazon River, Brazil. Tesis de maestría, Universidad de Washington, Estados Unidos. 108 p.
- MORISAWA, M. 1985. Rivers. Form and process. New York, Estados Unidos. 222 p.
- NORDIN, C.F. & MEADE, R.H. 1982. Deforestation and Increased Flooding of the Upper Amazon. *Science* 215: pp. 426 - 427.
- ONERN 1976. *Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Selva: Zona Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Angamos*. Lima, Perú. 269 p. y 6 mapas.
- PUHAKKA, M., KALLIOLA, R., SALO J. & RAJASILTA, M. 1992. River types, site evolution and successional vegetational pattern in Peruvian Amazonia. *J. Biogeogr.* 19: pp. 651 - 665.

- REINECK H.E. & SINGH, I. B. 1980. Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics. Segunda edición. Springer-Verlag, Berlin. 549 p.
- REPETTO M. S. A. 1991. *Estudio de protección de la ribera del T.F. de Iquitos*. Empresa Nacional de Puertos S. A. Perú.
- RICHEY, J.E., NOBRE, C. & DESER, C. 1989. Amazon River Discharge and Climate Variability: 1903 to 1985. *Science* 246: pp. 101 - 103.
- RODRIGUEZ, F., PAREDES, G., BAZAN, R. & RAMIREZ, J. 1992. Algunas propiedades físicas, químicas y mineralógicas de materiales sedimentarios recientes en un complejo de orillares del río Amazonas. *Folia Amazónica* 4: pp. 5 - 26.
- RÄSÄNEN, M., SALO, J. & KALLIOLA, R. 1987. Fluvial perturbation in the Western Amazon Basin: regulation by long-term Sub-Andean tectonics. *Science* 238: pp. 1398 - 1401.
- SALO, J., KALLIOLA, R., HÄKKINEN, I., MÄKINEN, Y., NIEMELÄ, P., PUHAKKA, M. & COLEY, P.D. 1986. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322: pp. 254 - 258.
- SIOLI, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. En: Sioli, H. (ed.), *The Amazon. Limnology and landscape ecology of mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, the Hague. pp. 127 - 165.
- STERNBERG, H. 1960. Radiocarbon dating as applied to a problem of Amazonian morphology. *Comptes Rendus 18 Congrès International de Géographie. Comité National du Brésil, UGI. Rio de Janeiro, Brasil*. pp. 399 - 424.
- STERNBERG, H. 1987. Aggravation of floods in the Amazon river as a consequence of deforestation?. *Geografiska Ann.* 69A: pp. 201 - 219.
- URIARTE, P.M.J. 1986. Diario de un misionero de Maynas. *Monumenta Amazónica* 1986, Iquitos, Perú. 686 p.

Figura 1. Ubicación del área de estudio, río Amazonas y su planicie de inundación, en el año 1993. La imagen a la izquierda presenta la fluctuación anual en el nivel del río Amazonas, basada en los datos desde el año 1933 hasta el año 1995. La extensión entre valores de maximum y minimum está oscurecida y el promedio se expone por la línea sólida.

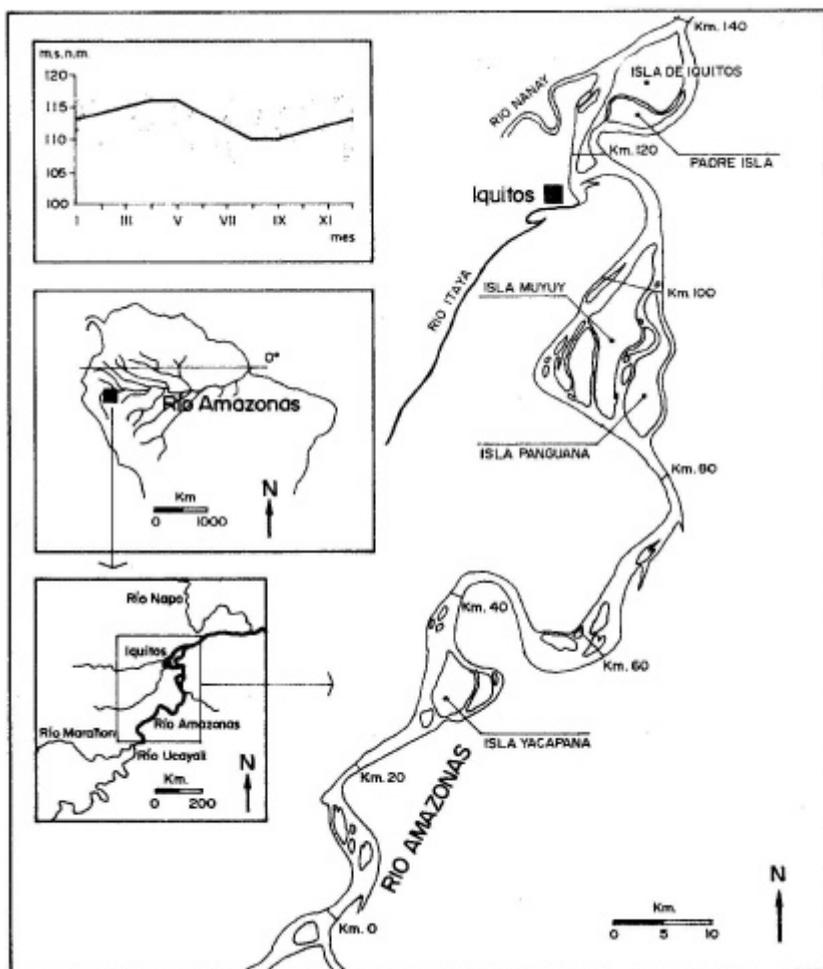


Figura 2. Mínimos y máximos anuales del nivel del río Amazonas en Iquitos desde el año 1933 hasta el año 1995 (arriba), y amplitudes anuales (abajo) del nivel del río. Las áreas oscurecidas indican años cuando el nivel o las amplitudes eran más altos que los promedios. Se carece de datos de los mínimos entre los años 1962 y 1967. Las fechas de los materiales de percepción remota, usados en este estudio, están marcados con puntos.

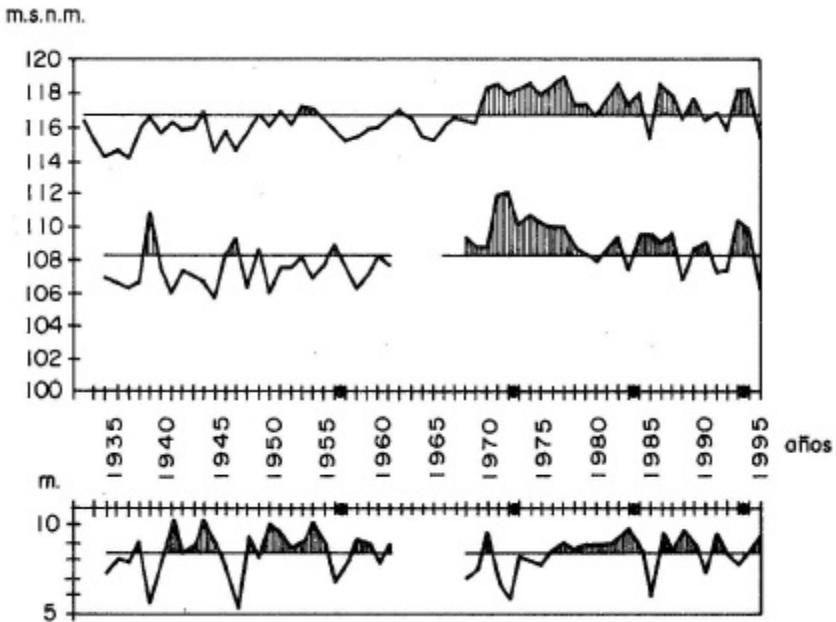


Figura 3. Las islas y las orillas del río Amazonas se forman en terrenos de diferentes edades. La oscuridad de las unidades palidece hacia las áreas más antiguas. Con una línea de puntos se ha marcado la parte faltante de la fotografía aérea tomada en el año 1956. En la imagen del año 1993 se han distinguido secciones representando cuatro tipos de curso: directo (D), meándrico (M), trenzado (T) y anastomosado (A).

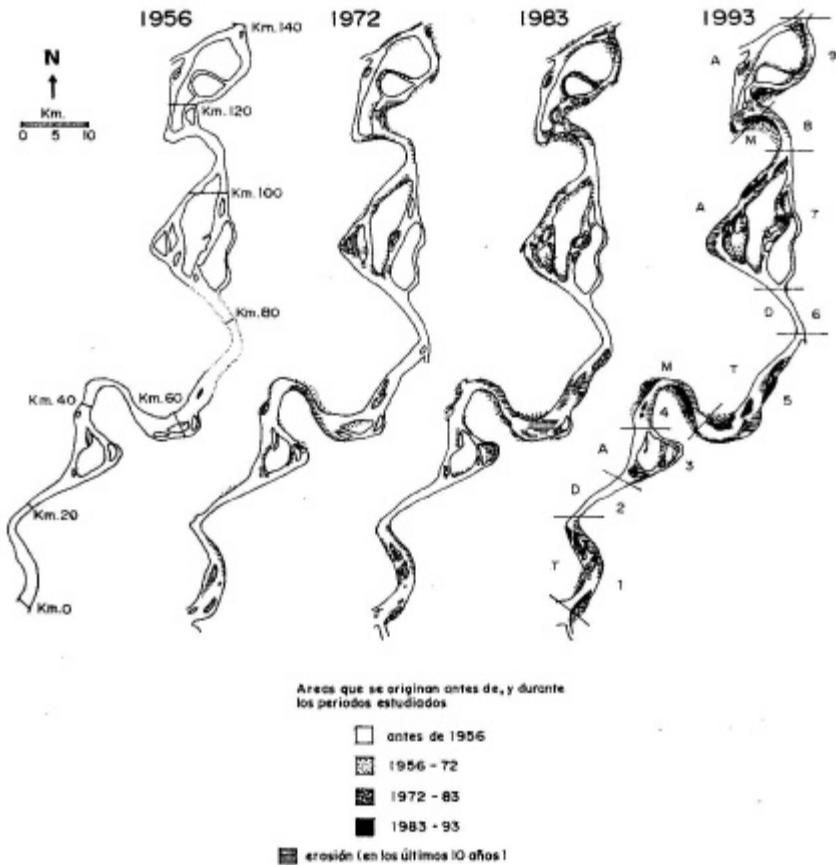


Figura 4. Anchuras de las manchas de erosión y deposición total del canal del río Amazonas entre los años estudiados, a lo largo de las líneas transversales.

