

MAPA GEOMORFOLOGICO

Nº 5

MAR  
CARIBE

PANAMA

Rio Tuira

Rio Lora

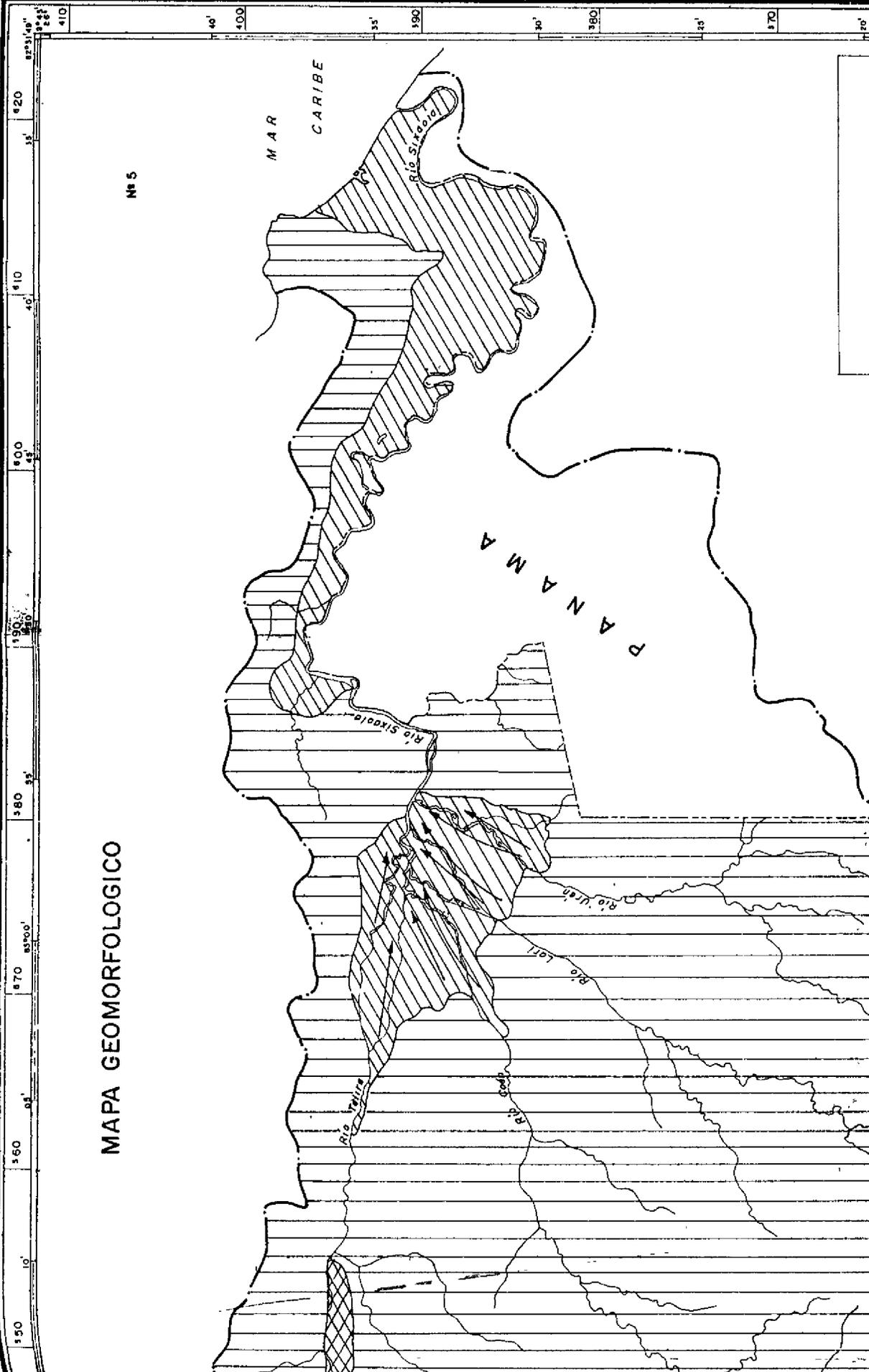
Rio Urah

Rio Sikaia

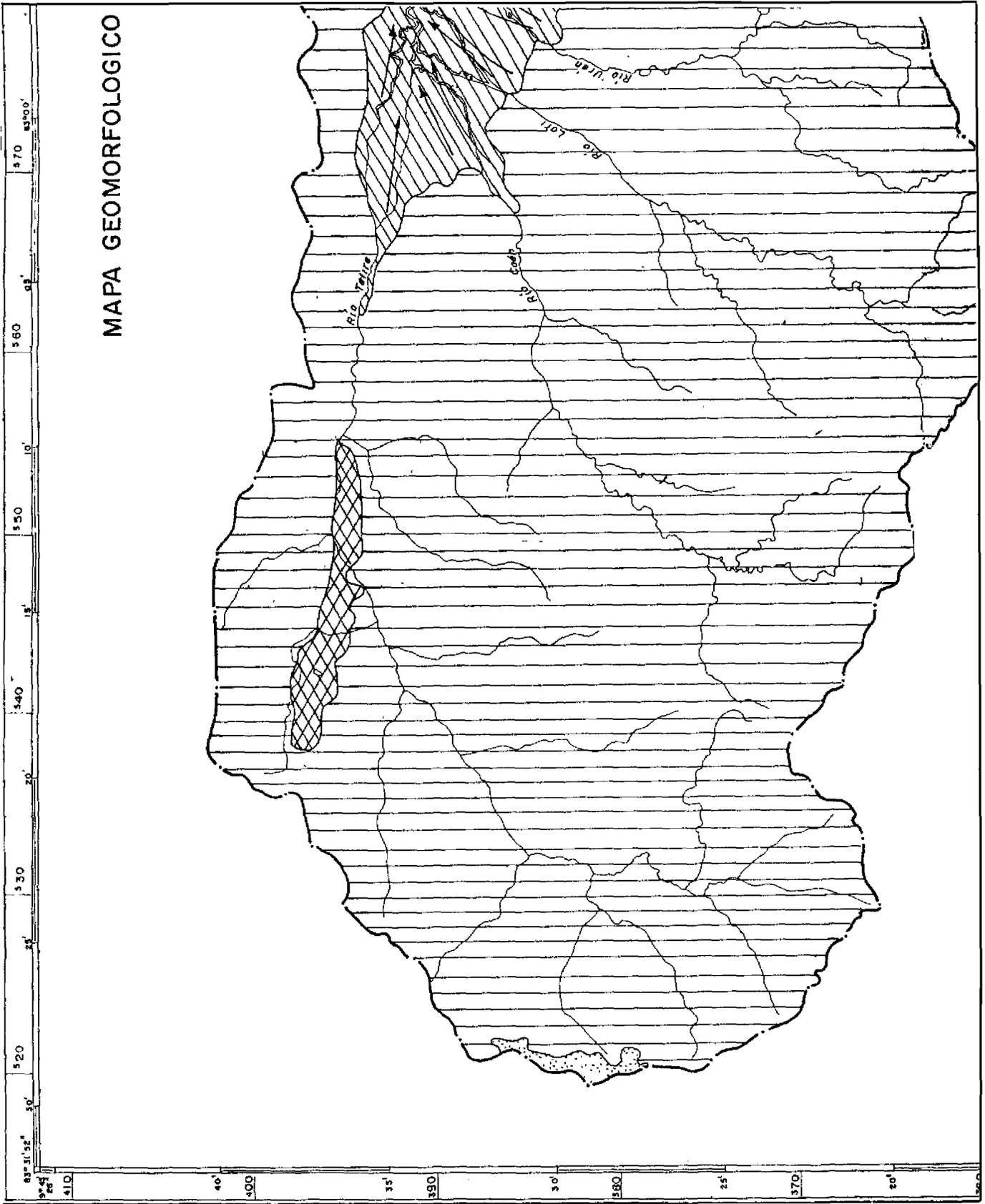
Rio Sikaia

SIMBOLOGIA

Límite internacional



# MAPA GEOMORFOLOGICO



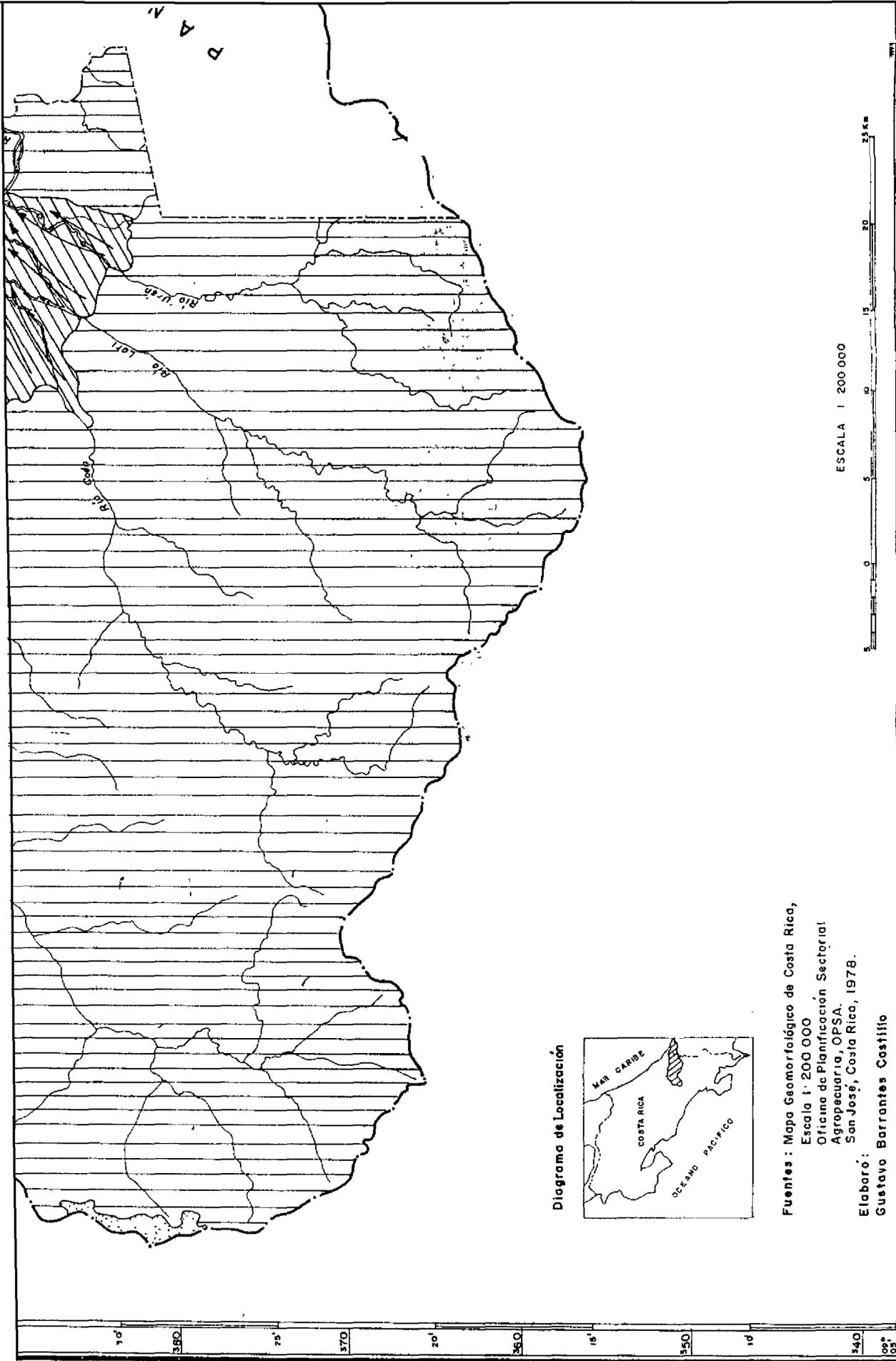


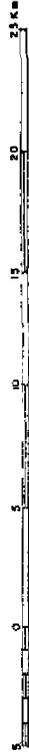
Diagrama de Localización



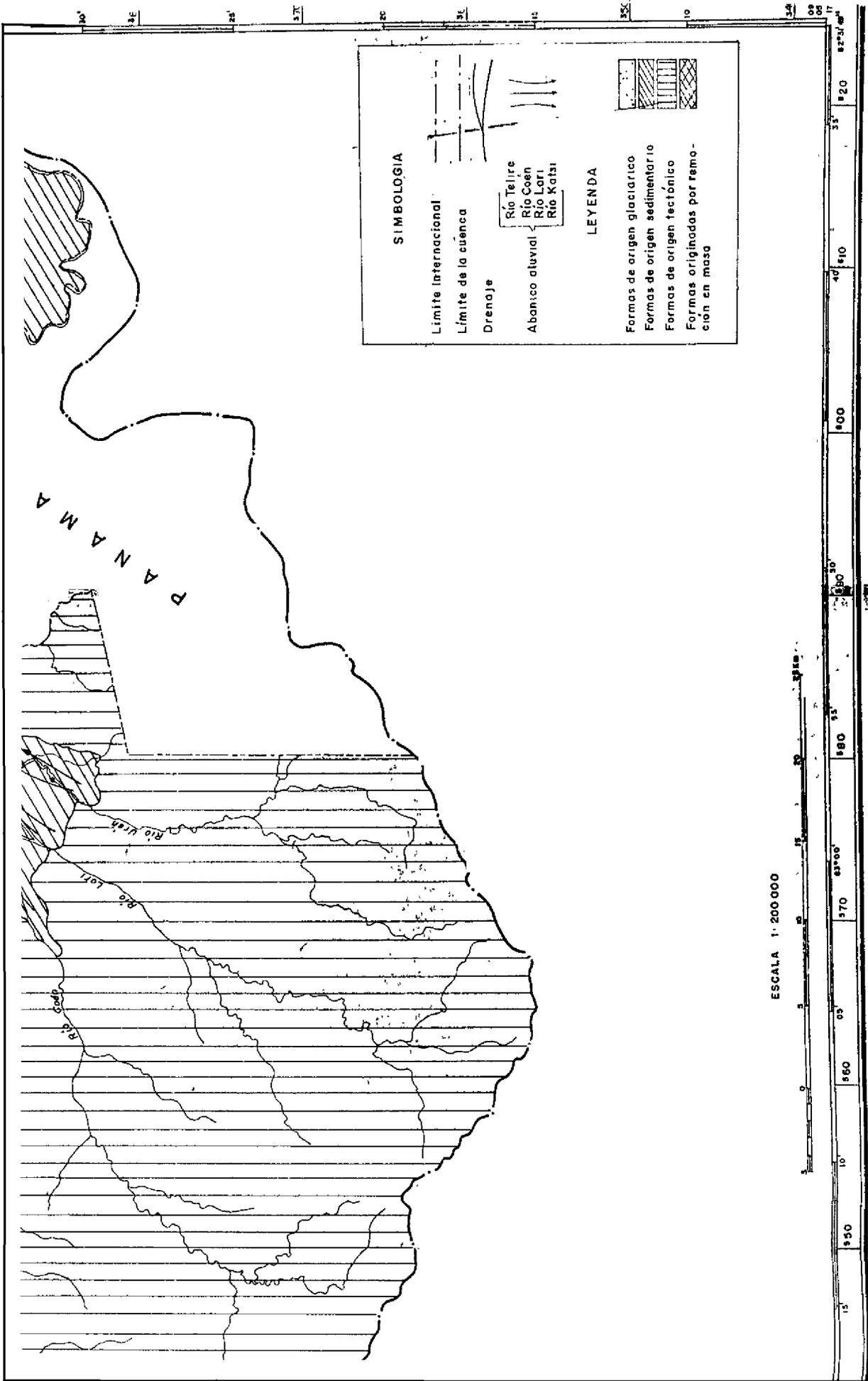
Fuentes : Mapa Geomorfológico de Costa Rica,  
 Escala 1 : 200 000  
 Oficina de Planificación Sectorial  
 Agropecuario, OPSA.  
 San José, Costa Rica, 1978.

Elaboró:  
 Gustavo Barrantes Castillo

ESCALA 1 200 000



10° 340 350 360 370 380 390  
 15° 340 350 360 370 380 390  
 20° 340 350 360 370 380 390  
 25° 340 350 360 370 380 390  
 30° 340 350 360 370 380 390  
 35° 340 350 360 370 380 390  
 40° 340 350 360 370 380 390



aparición de la falla del Telire.

En términos generales en la sección alta predomina un relieve fundamentalmente abrupto (Mapa N<sup>o</sup> 6), caracterizado por la presencia de gargantas, taludes y marcados interfluvios. En esta sección es probable que la profundización del cauce sea la principal actividad del curso fluvial, motivado por un excedente en la capacidad de carga, favorecida por la disposición de materiales ígneos, que propician la formación de profundos valles, lo que origina una topografía abrupta. Estas condiciones de pendiente facilitan la ocurrencia de frecuentes deslizamientos, los que pueden producir taponamientos en los cauces, si las condiciones geológicas son apropiadas (VAHRSON & HERNANDEZ, 1992).

La sección media se caracteriza por la transición rápida de un relieve muy quebrado a un relieve ondulado, marcado por un fuerte gradiente. El cual se manifiesta en forma de delgadas franjas con pendientes cada vez más regulares (Mapa N<sup>o</sup> 6), las que oscilan en anchura entre 1.4 Km a 7.2 Km y que corresponden a los valles de los principales cursos que desaguan en el Valle de Talamanca.

En esta sección los valles se comienzan a abrir, posiblemente por un predominio de la erosión lateral, hasta formar un valle en conjunto (Valle de Talamanca) al salir del área montañosa. Como parte de las actividades principales del curso fluvial se puede esperar el transporte de derrubios y las inundaciones.

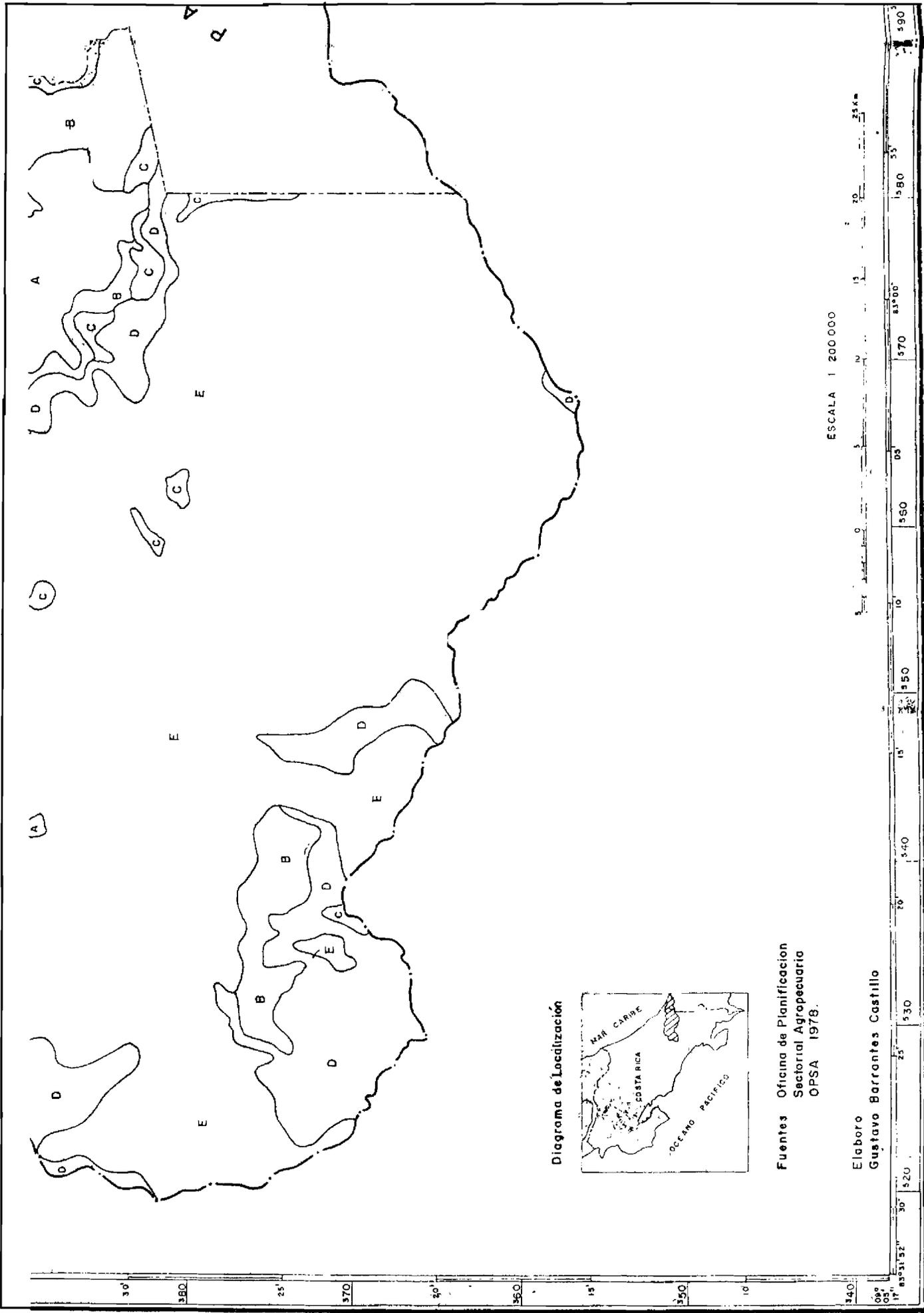
El valle de Talamanca (Mapa N<sup>o</sup> 2, página. 36), constituido por materiales sedimentarios recientes. Presenta un relieve plano, ondulado, disectado por cuatro cursos fluviales que desembocan en el Telire y sus sistemas de canales activos y abandonados (Mapa N<sup>o</sup> 6). Este valle, aparece en la recopilación geológica RECOPE en la Región Caribe (RECOPE, 1960), como una estructura tipo graben sobre la cual se da la coalescencia de los abanicos aluviales de los ríos Telire, Coén, Lari y Urén (MADRIGAL & ROJAS, 1980). Lo mismo que la

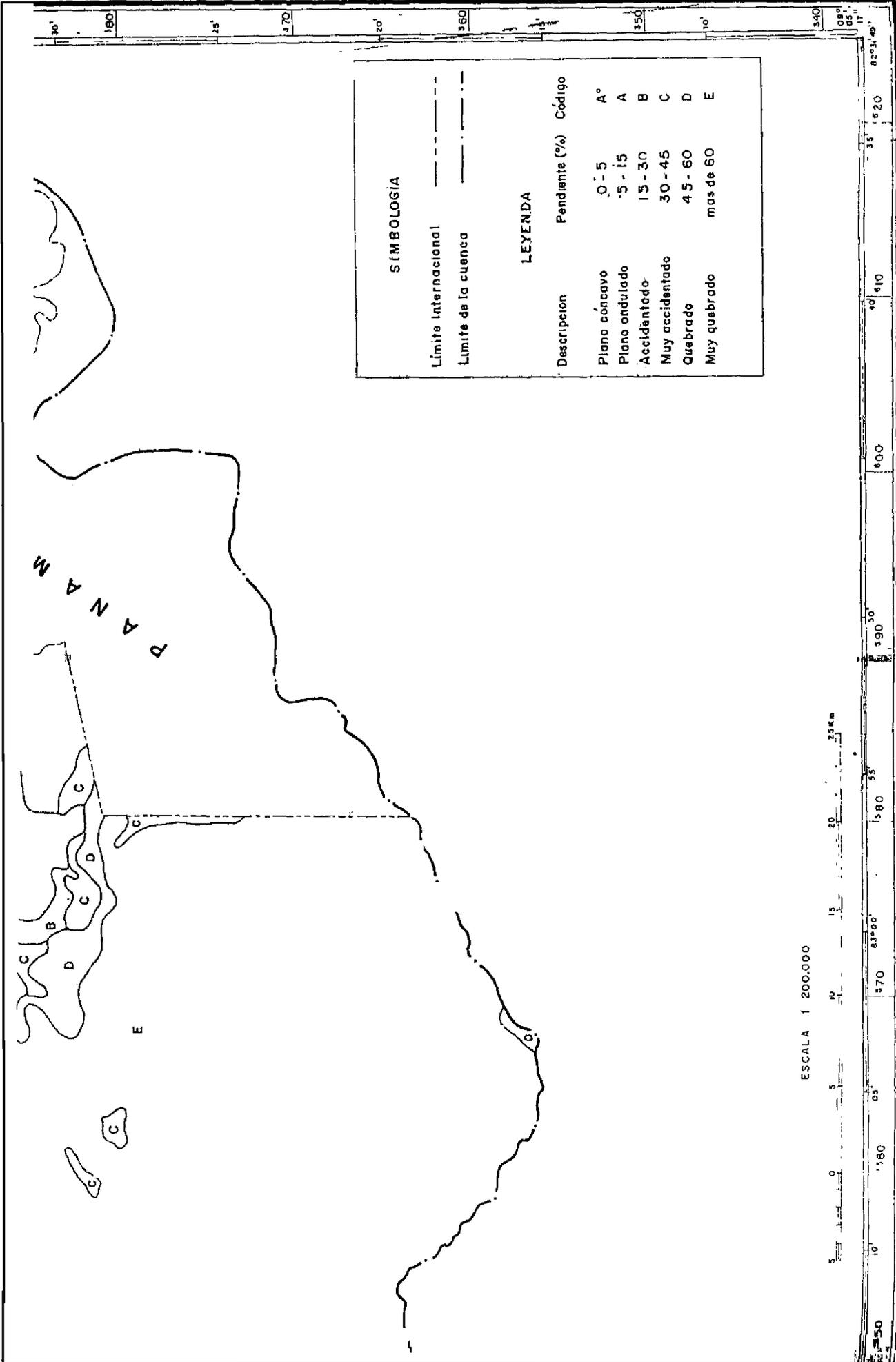


# MAPA DE PENDIENTES



18° 31' 32" 18° 30' 18° 25' 18° 20' 18° 15' 18° 10' 18° 05' 18° 00' 17° 55' 17° 50' 17° 45' 17° 40' 17° 35' 17° 30' 17° 25' 17° 20' 17° 15' 17° 10' 17° 05' 17° 00' 16° 55' 16° 50' 16° 45' 16° 40' 16° 35' 16° 30' 16° 25' 16° 20' 16° 15' 16° 10' 16° 05' 16° 00' 15° 55' 15° 50' 15° 45' 15° 40' 15° 35' 15° 30' 15° 25' 15° 20' 15° 15' 15° 10' 15° 05' 15° 00' 14° 55' 14° 50' 14° 45' 14° 40' 14° 35' 14° 30' 14° 25' 14° 20' 14° 15' 14° 10' 14° 05' 14° 00' 13° 55' 13° 50' 13° 45' 13° 40' 13° 35' 13° 30' 13° 25' 13° 20' 13° 15' 13° 10' 13° 05' 13° 00' 12° 55' 12° 50' 12° 45' 12° 40' 12° 35' 12° 30' 12° 25' 12° 20' 12° 15' 12° 10' 12° 05' 12° 00' 11° 55' 11° 50' 11° 45' 11° 40' 11° 35' 11° 30' 11° 25' 11° 20' 11° 15' 11° 10' 11° 05' 11° 00' 10° 55' 10° 50' 10° 45' 10° 40' 10° 35' 10° 30' 10° 25' 10° 20' 10° 15' 10° 10' 10° 05' 10° 00' 9° 55' 9° 50' 9° 45' 9° 40' 9° 35' 9° 30' 9° 25' 9° 20' 9° 15' 9° 10' 9° 05' 9° 00' 8° 55' 8° 50' 8° 45' 8° 40' 8° 35' 8° 30' 8° 25' 8° 20' 8° 15' 8° 10' 8° 05' 8° 00' 7° 55' 7° 50' 7° 45' 7° 40' 7° 35' 7° 30' 7° 25' 7° 20' 7° 15' 7° 10' 7° 05' 7° 00' 6° 55' 6° 50' 6° 45' 6° 40' 6° 35' 6° 30' 6° 25' 6° 20' 6° 15' 6° 10' 6° 05' 6° 00' 5° 55' 5° 50' 5° 45' 5° 40' 5° 35' 5° 30' 5° 25' 5° 20' 5° 15' 5° 10' 5° 05' 5° 00' 4° 55' 4° 50' 4° 45' 4° 40' 4° 35' 4° 30' 4° 25' 4° 20' 4° 15' 4° 10' 4° 05' 4° 00' 3° 55' 3° 50' 3° 45' 3° 40' 3° 35' 3° 30' 3° 25' 3° 20' 3° 15' 3° 10' 3° 05' 3° 00' 2° 55' 2° 50' 2° 45' 2° 40' 2° 35' 2° 30' 2° 25' 2° 20' 2° 15' 2° 10' 2° 05' 2° 00' 1° 55' 1° 50' 1° 45' 1° 40' 1° 35' 1° 30' 1° 25' 1° 20' 1° 15' 1° 10' 1° 05' 1° 00' 0° 55' 0° 50' 0° 45' 0° 40' 0° 35' 0° 30' 0° 25' 0° 20' 0° 15' 0° 10' 0° 05' 0° 00'





**SIMBOLOGIA**

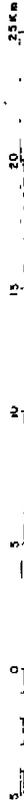
Limite Internacional 

Limite de la cuenca 

**LEYENDA**

Descripcion	Pendiente (%)	Código
Plano cóncavo	0 - 5	A°
Plano ondulado	5 - 15	A
Accidentado	15 - 30	B
Muy accidentado	30 - 45	C
Quebrado	45 - 60	D
Muy quebrado	mas de 60	E

ESCALA 1 200,000



afluencia de una serie de ríos y quebradas de menor importancia.

Su morfogénesis se explica a partir de la ocurrencia de fallamientos que originaron un graben (BOLAÑOS 1983). El cual, una vez formado, transformó drásticamente las condiciones de pendiente que mantenían los cursos fluviales, obligando a depositar el exceso de carga al pie del graben. De esta forma es rellenada la estructura original en busca del restablecimiento del perfil de equilibrio. Este hecho se constata en la confluencia oblicua de los cursos fluviales tributarios del río Telire.

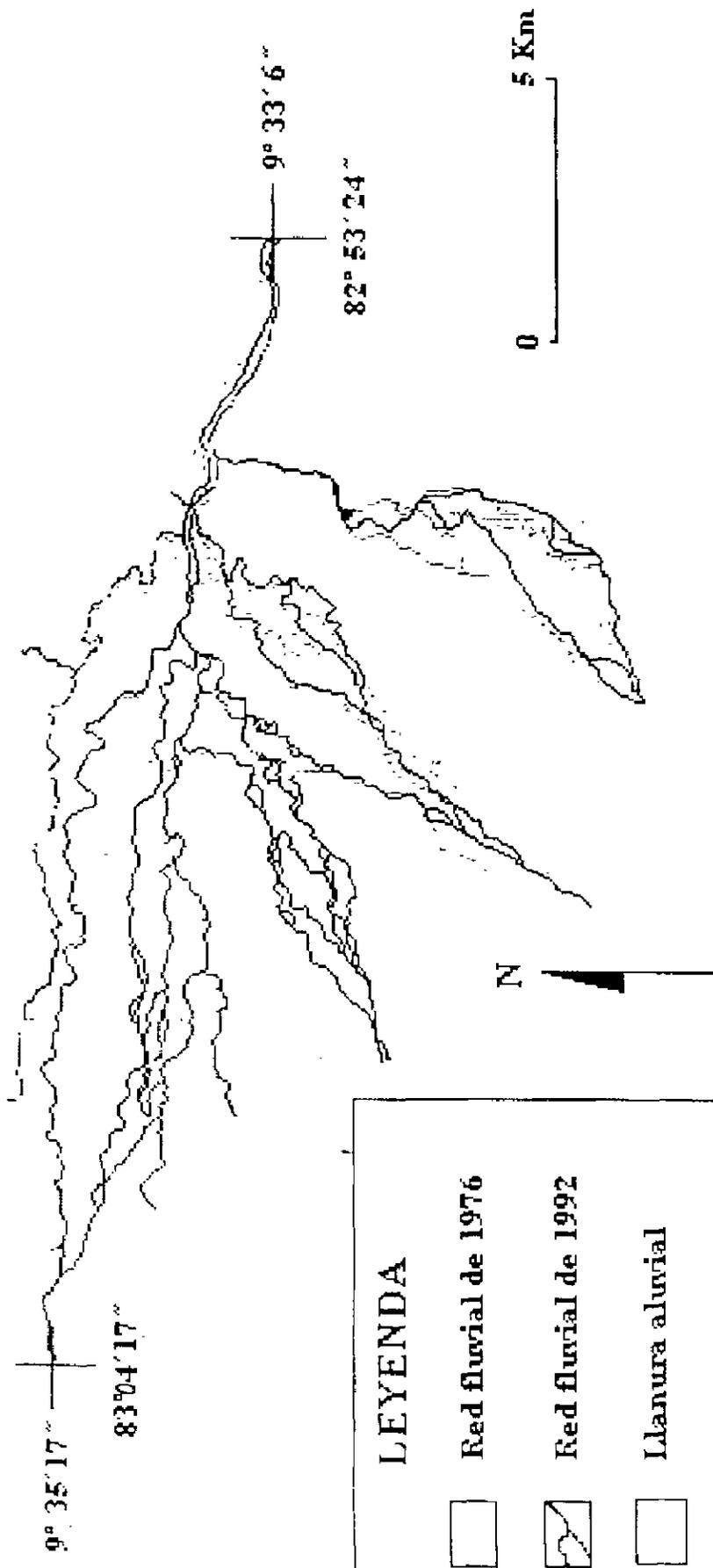
MEIJERINK (1980) manifiesta que un patrón de drenaje trenzado experimenta una amplia variación espacial a través del tiempo, si se está agradando. En el Mapa N° 7 se evidencia una fuerte migración del cauce entre 1976 y 1992, por lo que se puede suponer un proceso de agradación. Ante la inestabilidad del trazado de la red fluvial cualquier proyecto de vivienda y desarrollo local deben tener clara su ubicación, en vista de que se pueden identificar áreas preferenciales para la migración horizontal del canal y áreas poco afectadas por este proceso.

Con respecto a la sección baja, predomina un relieve plano a plano ondulado, ubicado sobre la llanura de inundación creada por el río Sixaola. En sus alrededores se observa un relieve relativamente suave compuesto por los relictos de las divisorias de aguas (Mapa 6). El Valle de Sixaola es originado por otra estructura tipo graben (BOLAÑOS 1983), pero difiere del Valle de Talamanca en su origen y relleno. Ya que éste es el producto de la acción de sólo un curso fluvial, el río Sixaola, el cual transporta los materiales no depositados en el Valle de Talamanca (Mapa N° 5).

Si bien las condiciones de pendiente del valle de Sixaola favorecen la depositación, la acción erosiva que se manifiesta es desempeñada por el río a través de su comportamiento meándrico (Mapa N° 8). La migración lateral del cauce mediante el

# MAPA N° 7

## VARIACION ESPACIAL DE LA RED DE DRENAJE EN EL VALLE DE TALAMANCA



### LEYENDA

-  Red fluvial de 1976
-  Red fluvial de 1992
-  Llanura aluvial

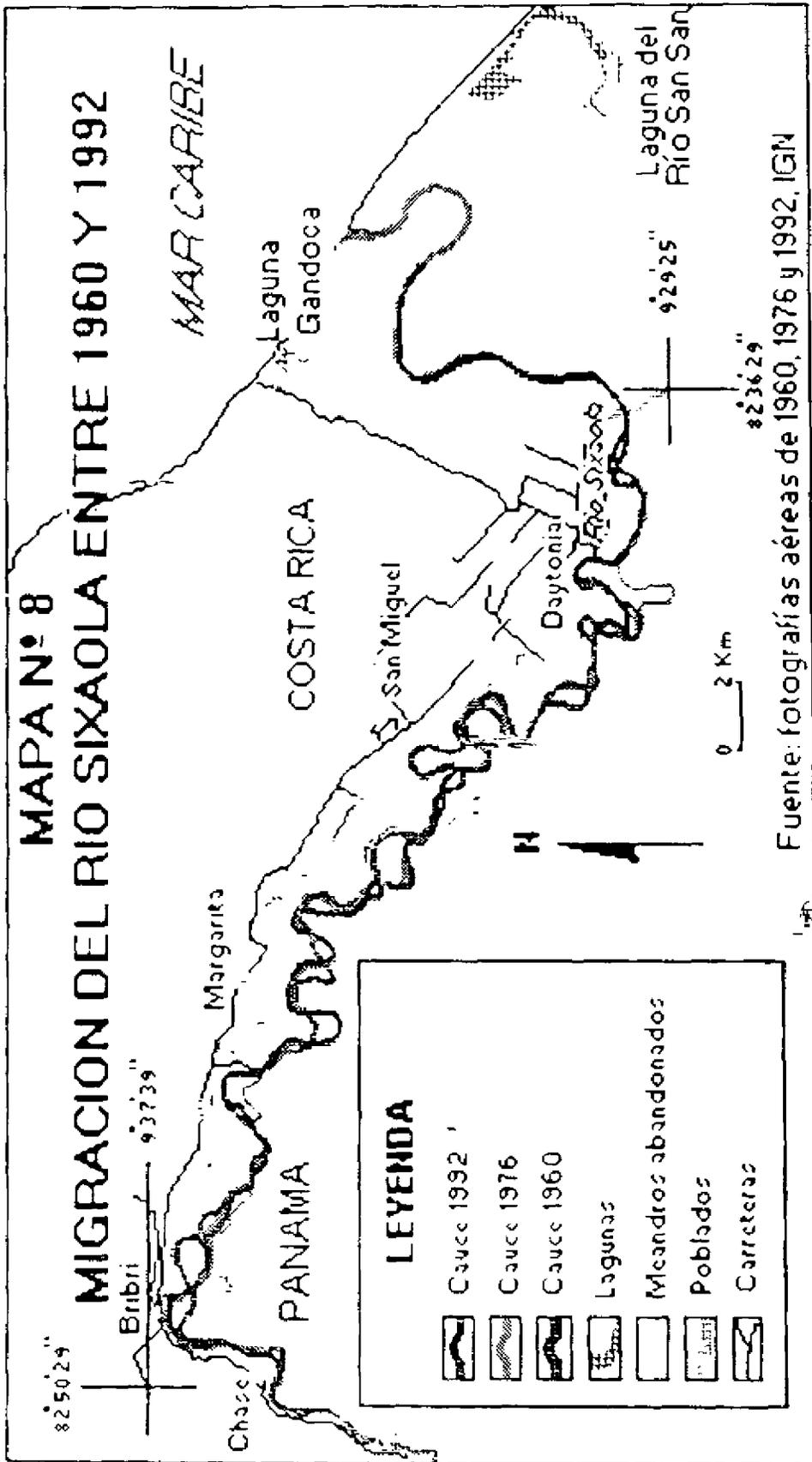
Fuente: Fotografías aéreas de 1976 y 1992, IGN.

socabamiento de los materiales dispuestos en las secciones cóncavas de los meandros para su posterior depositación en la sección convexa produce una constante modificación de la llanura. Lo que se traduce en una gradual reducción de la pendiente y una ampliación constante de la llanura aluvial (STRAHLER, 1984).

El río Sixaola tiene una razón de sinuosidad de 1.7 (longitud del Valle entre longitud del cauce), por lo que puede considerarse como un río de marcado comportamiento meándrico (RICE, 1983). Sin embargo en el primer tramo del canal el comportamiento es, más bien, sinuoso, es a partir de Chase donde se manifiesta, propiamente, un comportamiento meándrico (Mapa N° 3).

Los dos tipos de corte meándrico están presentes en la llanura, no obstante, predomina el de tipo acortamiento (Mapa N° 8). El cual es característico de materiales gruesos, donde los depósitos de desbordamiento son poco importantes (RICE, 1988). Es hasta la llanura costera donde se encuentran rastros de meandros abandonados tipo estrangulamiento (Suroeste de Sixaola, mapa N° 8), RICE (1988) los asocia con la presencia, generalmente, de arcillas y limos. lo que se confirma en la figura N° 4.

De lo anterior se puede inferir que el último tramo del curso se ve más sometido a la influencia de sedimentación de inundaciones que el resto del valle. Como argumentación adicional se destaca el hecho de que la llanura aluvial del río Sixaola se entremezcla con la llanura aluvial en la desembocadura del río San San donde forma una extensa laguna (Mapa N° 8). formando una extensa área plana, con la disposición de pantanos, hasta la llanura del Río Changuinola. Por lo que al ocurrir inundaciones regionales, provocadas por severos temporales o condiciones sinópticas que generen altos montos de precipitación (por ejemplo un frente frío), las aguas de crecida de estos cursos se pueden combinar en la llanura costera, generalizando la inundación.



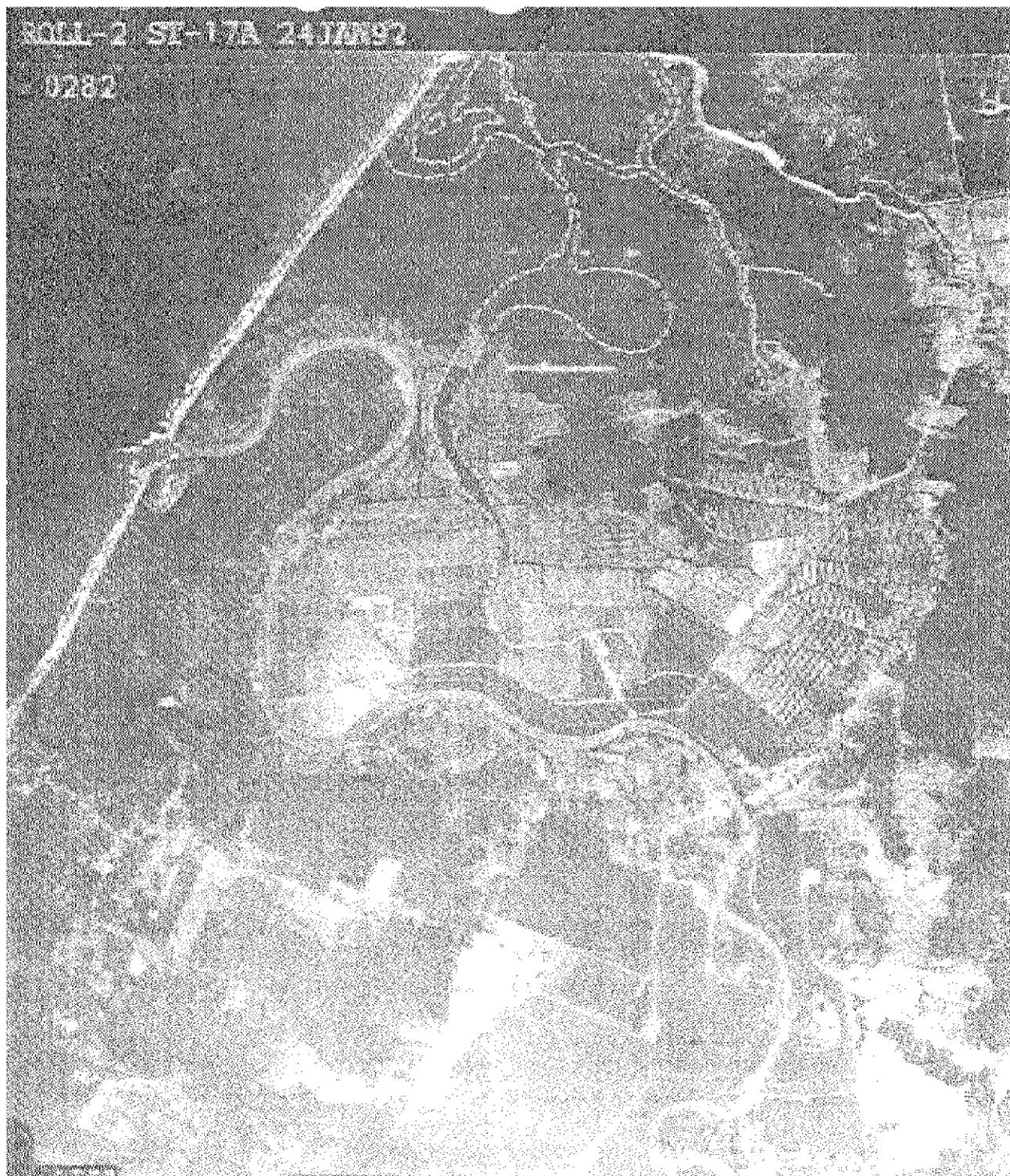
Por otro lado, el ancho y forma que adopta el cauce del Río San San, en las cercanías de la desembocadura, sumado a la presencia de antiguos canales que unen al río Sixaola con la actual desembocadura del Río San San (fig 5). Esto lleva a suponer que en el pasado reciente se produjo un proceso de "avulsión" por parte del Río Sixaola. En otras palabras, es probable que la actual desembocadura del Río San San fuese la desembocadura del Río Sixaola, pero que éste la abandonó motivado por una agradación del lecho como resultado de su propio proceso de sedimentación, por lo que se trasladó al valle de algún curso anterior, transportando su desembocadura. Por su parte la Laguna de Gandoca corresponde a otra antigua desembocadura del Río Sixaola, probablemente abierta durante una fuerte inundación, actualmente es la desembocadura del Río Gandoca (Mapa Nº 8). De lo anterior se deduce una marcada morfodinámica del Río Sixaola en su amplia llanura costera.

El comportamiento del cauce, en los últimos treinta y dos años, se evalúa con base en la secuencia temporal de las fotografías aéreas de 1960, 1976 y 1992, o sea a intervalos de dieciséis años. Al realizar un análisis retrospectivo se aprecia que entre 1976 y 1992 el cauce ha variado de forma típica. Los cambios principales se resumen al agrandamiento de meandros mediante el socabamiento de sus partes cóncavas y la sedimentación de sus partes convexas, a la vez que transportando su tren de meandros aguas abajo, sin mostrar cambios bruscos (Mapa Nº 8).

Es conocido que los mayores trastornos sobre el canal se experimentan en momentos de crecida (STRAHLER, 1984). Entre 1976 y 1992 se produjo el terremoto del 22 de abril de 1991 en Limón y las inundaciones del 12 de agosto de 1991 y 29 de enero de 1988. A pesar de estos eventos, los trastornos geomorfológicos ocurridos en la llanura aluvial de Río Sixaola no son apreciables en la secuencia de fotografías aéreas de 1976 y 1992 (Mapa nº 8)

Entre 1960 y 1976 se presentan importantes cambios

Figura N° 5. Fotografía aérea de la llanura costera de Río Sixaola. Nótese las marcas de un canal antiguo del Río Sixaola que conduce a la actual desembocadura del Río San San (Panamá).



DOCUMENTO ORIGINAL EN MAL ESTADO

geomorfológicos, principalmente el corte de meandros tipo acortamiento (Mapa N<sup>o</sup> 8). Este fenómeno también fue documentado en la llanura del Río Ebro, localizado en Cataluña España, en la secuencia de mapas entre 1956 y 1967. Este efecto fue atribuido por OLLERO (1989), a la ocurrencia de las dos crecidas más importantes del siglo. En el caso de la llanura aluvial del río Sixaola los mayores cambios geomorfológicos ocurren después de la mayor inundación registrada (1970) la cual es considerada por los habitantes del área como el mayor evento del que se tiene memoria.

La relativa estabilidad que experimenta el cauce en su tramo próximo a la desembocadura (Mapa N<sup>o</sup> 8), manifiesta en la secuencia temporal en estudio, puede explicarse, en forma parcial, al trastorno introducido por el uso antrópico. La extensión del área de cultivo de banano y las medidas estructurales que conllevan (diques, canales artificiales de desagüe, etc.), junto a las construcción de líneas ferroviarias y la deforestación de la vegetación ribereña pueden explicar la fuerte disminución de la morfodinámica propia del cauce, como lo sugiere OLLERO (1989), en el Río Ebro. No obstante, la evidencia de una pronunciada morfodinámica en un pasado reciente advierte sobre la importancia de no considerar a esta área como un sitio estable.

#### 4.2.4.1 El proceso de las inundaciones

Si se analiza la cuenca del Río Sixaola como un sistema se puede considerar a la hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, geología y geomorfología como componentes del sistema. En este caso la entrada al sistema es la precipitación, primeramente en la parte alta de la cuenca. La lluvia (de baja intensidad) es intersectada por dos tipos diferentes de vegetación, en la parte más alta por un tipo de vegetación arbustiva achaparrada y gramíneas que ofrecen poca protección al suelo el cual está pobremente desarrollado. En este lugar el subsuelo está constituido principalmente por rocas ígneas regularmente falladas, con fuertes pendientes y marcados valles en "v", pero con temperaturas que no facilitan la meteorización química (degradación química de los minerales de las rocas).

Sobre el resto de la sección alta, la precipitación es recibida por una vegetación más densa, sobre materiales más permeables, y manteniendo una pronunciada pendiente con valles en forma de "v" propensos a deslizamientos. La salida del sistema es la escorrentía superficial que va a parar a los cauces, sin posibilidad de derramarse, socavando el canal y sus márgenes. Por lo que desciende cargado de sedimentos, sumada a una componente de agua subterránea.

A la sección media entra la escorrentía superficial, proveniente de la sección alta y un mayor monto de precipitaciones que caen directamente en esta sección. Esta precipitación es intersectada por un bosque tropical húmedo, muy denso y compuesto por varios estratos, sobre una suelo profundo, el subsuelo lo componen arenisca de diferente resistencia con pronunciada gradientes. El agua que no es intersectada ni se infiltra, se suma a la escorrentía proveniente de las partes altas y es transportada por amplios valles.

Los cursos fluviales que llegan hasta el Valle de Talamanca proceden del área montañosa, la cual se caracteriza por la presencia de valles cerrados y pendientes pronunciadas, lo cual les permite el transporte de abundantes materiales. Al aproximarse al valle los cursos experimentan un brusco cambio de pendiente y una apertura de sus valles, lo que se traduce en una pérdida en la capacidad de carga del flujo. Dando como resultado la depositación acelerada de los sedimentos de mayor tamaño (gravas y arenas gruesas). El agua transita por una gran cantidad de canales (Mapa N° 9), los cuales pueden obstruir y desbordarse, proceso fomentado por la eliminación de la vegetación ribereña original. La forma de embudo que tienen el Valle de Talamanca reagrupa la crecida en un solo cauce, el cual recibe al río Yorkín para convertirse en el río Sixaola.

En la última sección de la cuenca entran la escorrentía sumada de las dos secciones anteriores más el aporte de aguas subterráneas y la lluvia que cae directamente sobre ella. La precipitación es recibida por plantaciones de banano, plátano, charrales y algunos pastisales. La pendiente plana posibilita la adopción de un patrón meándrico por parte del río Sixaola. El excesivo caudal produce frecuentes desbordamiento del río sobre la llanura aluvial, durante el período de mayores precipitaciones.

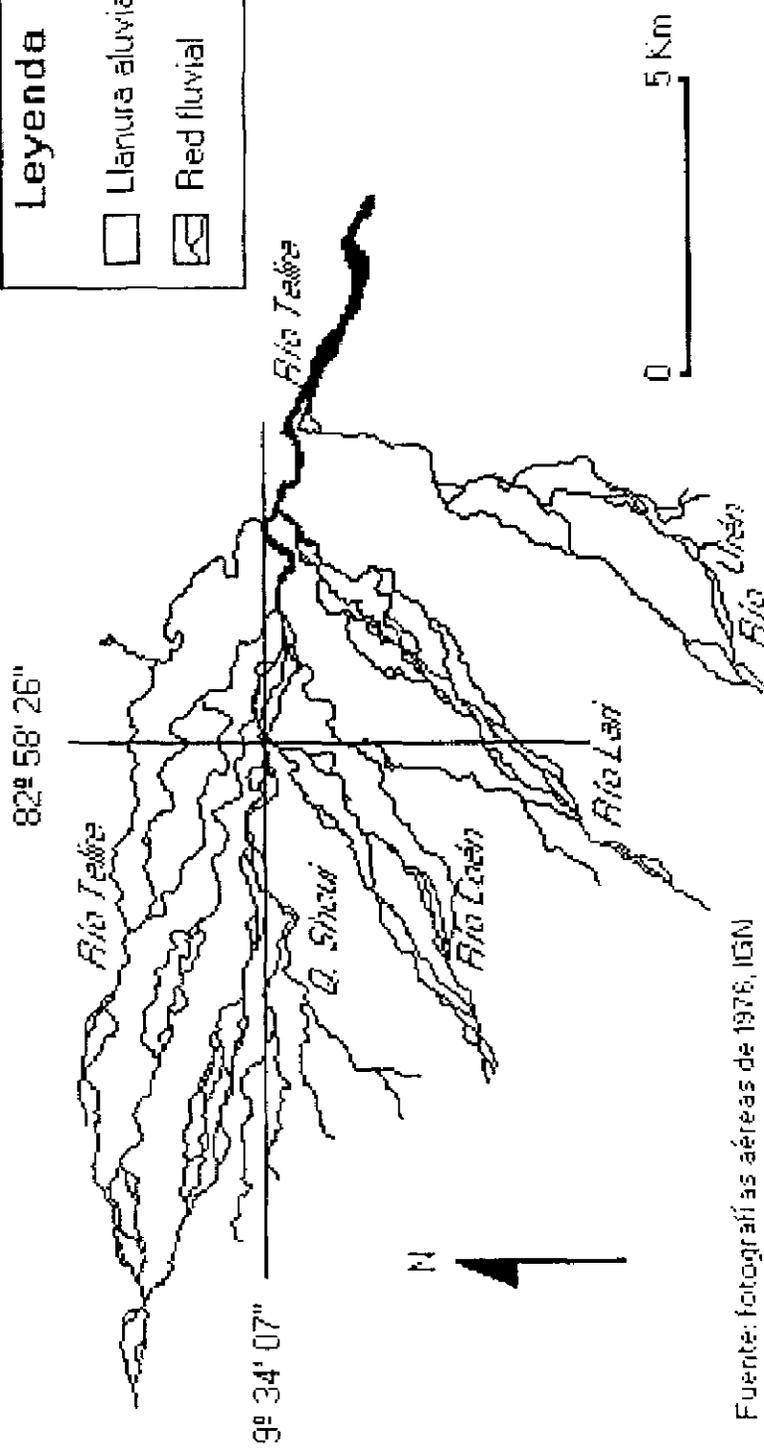
Todas las partes del río interaccionan como un sistema, en donde la morfología del canal es determinada por el caudal y el tipo de sedimentos, en otras palabras, el cauce se ajusta a las condiciones hidrológicas y geológicas normales en un "tiempo graduado" (COTO, 1986). No obstante, al ocurrir condiciones extremas, el funcionamiento del sistema es alterado.

Cuando ocurre un evento natural extraordinario, que altera las condiciones morfodinámicas normales de la cuenca (altas y/o intensas precipitaciones, sismos, o su combinación), la posibilidad de disponer de materiales para transportar y el volumen de agua se

**MAPA N° 9**  
**RED DE DRENAJE EN EL VALLE DE TALAMANCA**

**Leyenda**

- Llanura aluvial
- ▨ Red fluvial



Fuente: fotografías aéreas de 1976, IGM  
Elaborado por Gustavo Barrantes

incrementa, de manera que se recargan los cursos fluviales de sedimentos provenientes de las partes altas de la cuenca. Estos sedimentos van desde materiales en suspensión hasta arenas, gravas y troncos.

Las corrientes de los ríos, en la sección alta, descienden con una fuerte pendiente por los talwegs encajonados hasta llegar al piedemonte. Una vez alcanzado éste el curso fluvial experimenta un brusco cambio hacia una pendiente más suave, de tal manera que el flujo pierde parte de su capacidad de transporte, depositando el excedente de carga, dejando los materiales más groseros en la coalescencia de Talamanca.

De esta forma en el Valle de Talamanca no sólo transita un caudal mayor a la capacidad de sus cauces, si no que además los canales son rellenos por el excedente de carga, que no puede ser transportada, provocando taponamientos, apertura de nuevos cauces y el derrame del caudal por el valle.

Una vez reagrupados los cursos, a la salida del Valle de Talamanca, el caudal total sobrepasa la capacidad del canal del Río Sixaola derramándose a través de la llanura de inundación. El agua fluye por la llanura y al bajar el nivel queda un depósito de sedimentos por donde el flujo transitó lentamente, mientras provocó erosión en los sectores donde transitó rápidamente. Este excedente de caudal genera cambios rápidos sobre el canal, pudiendo cerrar, abrir nuevos y acortar meandros. De esta forma se origina una inundación severa capaz de destruir las plantaciones e infraestructura construidas en la llanura, a la vez que interrumpir temporalmente las actividades y servicios sociales, y en casos extremos provocar la muerte de personas.