

# Análisis morfoestructural de la Cuenca Terciaria de Miranda-Treviño (Cuenca Vasco-Cantábrica)

(Morphostructural analysis of Miranda-Treviño Tertiary Basin (Basque-Cantabrian Basin))

Martínez-Torres, Luis M.  
Merino, Alberto;  
Lago-Labrador, Marisa;  
Univ. del País Vasco  
Dpto. de Geodinámica  
Apdo. 644  
48080 Bilbao

BIBLID [1137-8603 (1998), 13; 229-238]

---

*El análisis de la red de drenaje de las cuencas hidrográficas situadas sobre los materiales terciarios continentales de la Cuenca de Miranda-Treviño, permite reconocer, además de las direcciones N30E y N120E características de la alineación de diapiros del Bloque Alavés, dos direcciones estructurales post-alpinas. Una submeridiana asociada a intumescencias halocinéticas, y otra subortogonal N70E relacionada a una compresión con desarrollo de amplios pliegues. Los aspectos analizados son: longitudes de valle, densidad de cauces, pendientes y obstáculos al drenaje. Con la cartografía derivada de todos ellos se ha elaborado un mapa morfoestructural sintético.*

*Palabras Clave: Red de drenaje. Morfoestructuras. Terciario postalpino. Cuenca Miranda-Treviño. Cuenca Vasco-Cantábrica.*

*Miranda-Treviño Arroaren material kontinental Tertziarioen gain kokatutako arro hidrografikoen drenai-sareen analisiaren bitartez, Bloke alaves-eko diapiroen N30E eta N120E lerrokapen-norabide arruntez gain, 2 egitura-norabide post-alpetarrak ezberdindu dira. Halako bat intumeszentzi halozinetikoarekin elkartutako submeridiana da, bestea aurrekoarekiko subortogonal delarik (N70E), tolestura zabalak garatzen dituen konpresio batekin erlazionatuta dago. Analizatutako ezaugarriak ondorengoak dira: haranetako luzerak, ubideetako dentsitatea, maldak eta drenai-eragozpenak. Guzti hauekin eraikitako kartografiarekin mapa morfoestrutural sintetiko bat landu da.*

*Giltz-Hitzak: Drenai-sarea. Morfoestruturak. Terziario postalpetarra. Miranda-Treviño artoa. Euskalkantauriar artoa.*

*L'analyse du réseau de drainage (longueur des vallées, densité de rivière et obstacles au drainage) effectuée sur les deux bassins hydrographiques situés sur le Cénozoïque continental de la région de Miranda-Treviño (Bassin Basque-Cantabrique) a permis la reconnaissance de deux directions structurales post-Alpines. La première est sub méridienne et liée a des montées halocinétiques, tandis que la deuxième est orthogonale et de direction N70E associée a la phase compressive responsable de la formation des plis ouverts. D'autre part, on a constaté des directions N30E et N120E typiques de l'alignement des diapirs du bloc d'Alava. Une carte morpho-structurale synthétique intégrant toutes ces données est présentée.*

*Mots Clés: Réseau de drainage. Morpho-structure. Tertiaire Post-Alpin. Bassin Miranda-Treviño. Bassin Basque-Cantabrique.*

## 1. INTRODUCCION

La red de drenaje refleja las variaciones del relieve y, por tanto, depende de las características litológicas del substrato y su estructura. Esta hipótesis ha servido para que diversos autores (Naudin y Prud'Homme, 1973; Gvin, 1982) hayan desarrollado métodos de análisis de las redes de drenaje y el relieve, para obtener información de la litología y la estructura de una cuenca hidrográfica.

La aplicación de esa metodología en diferentes ambientes, tales como la cuenca del río Bidasoa (Ibarra et al., 1988), el cañón submarino de Capbreton (Martínez-Torres, 1992) o el cratón de Guinea Ecuatorial continental (Martínez-Torres et al., 1993); ha permitido reconocer diferentes morfoestructuras relacionables a estructuras ya conocidas y además reconocer otras nuevas. En cualquier caso, la mera descripción morfoestructural se justifica por si misma.

El presente estudio pretende investigar la respuesta de los materiales terciarios continentales de la Cuenca o Depresión de Miranda-Treviño (Fig. 1) ante las deformaciones post-alpinas, a partir del análisis de la red de drenaje en materiales post-oligocenos. Se intenta determinar cualquier sutil variación en el relieve y la red de drenaje asociables a las condiciones tectónicas recientes, en materiales depositados con posterioridad a la fase paroximal pirenaica de edad oligocena.

Con los resultados obtenidos pueden establecerse algunas diferencias con las cartografías geológicas ya publicadas, e incluso establecer nuevos criterios de investigación en posteriores estudios estructurales de detalle. Concretamente, a partir de los datos aquí descritos se inició un análisis sistemático del diaclasado en la Cuenca de Miranda-Treviño (Merino et al., 1996).

Los aspectos analizados son: longitudes de valle (Fig. 2), densidad de cauces (Fig. 3), pendientes (Fig. 4) y obstáculos al drenaje (Fig. 5). De todos ellos se han deducido estructuras y lineaciones representadas en un mapa morfoestructural sintético (Fig. 6). Para su elaboración se han empleado cartografías geológicas de la serie MAGNA (I.G.M.E., 1978a, b y c; 1979a, b y c) y mapas topográficos a escalas 1/25.000 y 1/50.000 procedentes de la Diputación Foral de Alava, Junta de Castilla y León, y del Instituto Geográfico Nacional. Los datos obtenidos han sido tratados con programas informáticos comerciales.

## 2. MARCO GEOLOGICO

La zona investigada corresponde a todas las cuencas y subcuencas hidrográficas que discurren sobre los depósitos continentales post-alpinos de la Cuenca terciaria de Miranda-Treviño (Fig. 1). Administrativamente la zona estudiada se sitúa al sur de Alava y norte de Burgos.

La Cuenca de Miranda-Treviño forma un gran sinclinorio cuyo eje mantiene las directrices regionales WNW-ESE de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Presenta una fuerte asimetría con potencias mucho mayores en el flanco sur. Está limitada al norte por los Montes de Vitoria, los cuales coinciden con la discordancia basal de los materiales estudiados, y al sur por el cabalgamiento de la Sierra Cantabria y Montes Obarenes. Este cabalgamiento alpino es la continuidad occidental del Frente Surpirenaico. Por tanto, la Cuenca de Miranda-Treviño corresponde a una cuenca de traspais.

Los depósitos terciarios continentales son mayoritariamente miocenos y están formados en su conjunto por litologías arcilloso-margas alternantes, que intercalan niveles de arenis-

cas, calizas lacustres y conglomerados; todos ellos solapados parcialmente por depósitos aluviales recientes. Litológicamente destacan en la zona nor-occidental las arcillas triásicas asociadas al diapiro de Salinas de Añana (Fig.1).

Desde un punto de vista hidrogeológico, tanto los materiales triásicos como terciarios presentan en su conjunto una permeabilidad muy baja con una importante escorrentía superficial, conteniendo acuíferos muy limitados, de escasa importancia y, por tanto, poco solicitados.

La Depresión Terciaria de Miranda-Treviño drena sus aguas al río Ebro. La cuenca del Ebro puede subdividirse en Alto Ebro, Ebro Medio y Depresión del Ebro. El Alto Ebro se desarrollaría desde su nacimiento hasta Sobrón; el Ebro Medio entre Sobrón y las Conchas de Haro, en la intersección con el Cabalgamiento de la Sierra Cantabria-Montes Obarenes; y la Depresión del Ebro a lo largo de los materiales terciarios y cuaternarios de la cuenca de antepaís surpirenica. Por tanto, el área estudiada corresponde al Ebro Medio.

En el Ebro Medio se han analizado las redes de drenaje de las cuencas y subcuencas del Omecillo, Bayas, Zadorra, Ayuda, Inglares y Oroncillo. Además, se ha incluido un pequeño sector del Alto Ega ya que discurren sus aguas sobre los materiales postalpinos objeto de este trabajo (Fig. 1).

### 3. LONGITUDES DE VALLE

Horton (1945) propuso el siguiente método para establecer la jerarquización de la red de drenaje: "todo cauce sin afluente es de orden 1 y todo cauce con afluente  $n$  es de orden  $n+1$ . Cuando confluyen dos cauces del mismo orden se asigna el orden superior al más largo, orden que pasa a tener en todo su trazado". La jerarquización de la red de drenaje permite, entre otros análisis, la comparación de longitudes de cauce del mismo orden.

A partir de un mapa de jerarquización de la red de drenaje se puede generar una cartografía de repartición de longitudes de valle. Según Gvin (1965), la longitud de algunos valles es consecuencia o está asociada a un control tectónico. Concretamente, las anomalías de longitudes de valle cortas corresponden a anticlinales y las anomalías de longitudes de valle largas a sinclinales.

Para la elaboración del mapa de isovalores de longitudes de valle (Fig. 2), se han medido las longitudes de los cauces de un determinado orden, y se ha indicado ese dato en el punto medio de los cauces. Con los datos marcados se trazan líneas de isovalores que dibujan superficies cuyas directrices están relacionadas a las estructuras tectónicas.

Para realizar un mapa de longitud de cauces del mismo orden, se selecciona para cada cuenca el orden considerado más representativo. Por la experiencia en trabajos previos y la bibliografía consultada, se han seleccionado en este trabajo los cauces de orden 2.

En el entorno de Miranda de Ebro se localiza una gran estructura de mínimos, rodeada de máximos, que refleja los depósitos aluviales recientes. Por otra parte, la distribución de máximos y mínimos permite definir estructuras anticlinales y sinclinales que muestran dos directrices principales subortogonales N70E y N170E (Fig. 2 y 6), no congruentes con las directrices N120E ó N90E características de las estructuras alpinas ya cartografiadas.

La presencia de los anticlinales y sinclinales de dirección N70E ha sido interpretada por ligeras variaciones recientes en los buzamientos. Ante un esfuerzo N160E se originarían

estructuras plegadas de dirección N70E, reflejadas en el mapa de longitud de cauces, y además se reactivarían fracturas previas. Concretamente, el campo de esfuerzos considerado explicaría el carácter dextroso de algunas estructuras ya descritas en el diapiro de Salinas de Añana y que afectan a materiales miocenos (Eguiluz et al., 1988). Admitiendo que los materiales post-alpinos han sido sometidos a este mismo campo de esfuerzos, con posterioridad a la fase paroximal alpina, deben considerarse las directrices obtenidas en el mapa de longitudes de cauce como neotectónicas.

Respecto a la dirección submeridiana N170E parece relacionarse con intumescencias halocinéticas, pues están relacionadas al diapiro de Salinas de Añana y al de Peñacerrada. Estas intumescencias corresponderían a rejuegos de accidentes de zócalo que han condicionado la alineación de diapiros en la Cuenca Vasco-Cantábrica, concretamente en el Bloque Alavés (Brinkmann et al., 1967; Wiedmann, 1979).

#### **4. DENSIDAD DE CAUCES**

La densidad de cauces (número de cauces por superficie) da idea del grado de acercamiento de los cursos. Este hecho está estrechamente relacionado con las características litológicas de la zona y su permeabilidad.

Densidades de cauces altas reflejan substratos de rocas blandas, con baja capacidad de infiltración y transmisividad, con predominio de la escorrentía superficial. Por el contrario, densidades de cauces bajas nos informan de substratos de rocas de alta permeabilidad y transmisividad, con predominio de la escorrentía subterránea.

La cuantificación de la densidad de cauces, se realiza a partir de una cuadrícula, contabilizándose el número de cauces contenidos en cada una. En el presente estudio se ha utilizado una cuadrícula de 4 kilómetros cuadrados de área. Con los datos obtenidos se elabora un mapa de isovalores.

En la Cuenca de Miranda-Treviño (Fig. 3) se observa una clara alineación NW-SE a WNW-ESE, con una mayor densidad de cauces en el sector norte de la cuenca investigada. Este sector coincide con los niveles más arcilloso-margosos del Mioceno y Oligoceno. Con mayor dificultad parece evidenciarse también una lineación NE-SW. La zona con menor densidad de cauces se sitúa en el aluvial de Miranda de Ebro.

Las líneas de isovalores obtenidas presentan dos orientaciones predominantes: WNW-ESE y NE-SW, sensiblemente paralelas a las directrices regionales. Concretamente la dirección N120E es característica de toda la Cuenca Vasco-Cantábrica y la N30E coincide con la Falla de Pamplona, del sistema a escala peninsular Alentejo-Plasencia-Santa María de Nieva. Por tanto, ambas directrices corresponderían a accidentes profundos antiguos que habrían condicionado la sedimentación terciaria. Con posterioridad, la distribución de estas litologías condicionarán la red de drenaje, concretamente de la longitud de cauces.

#### **5. MAPA DE PENDIENTES**

La pendiente es un parámetro esencial en el conocimiento del relieve, aunque sea independiente de la red de drenaje. Se ha utilizado el método desarrollado por Terada (1929). Sobre una base topográfica se realiza una cuadrícula, a partir de la cual se trazan círculos de un determinado diámetro en los vértices de los cuadrados. La pendiente se obtiene con-

tabilizando el número de curvas de nivel que atraviesan los círculos y aplicando la siguiente expresión:  $\text{tg } x = n \cdot e / d$ , siendo "x" la pendiente; "n" el número de curvas de nivel que atraviesan el círculo; "e" la equidistancia entre curvas de nivel; y "d" el diámetro del círculo en distancia real según la escala del mapa.

A partir de los datos obtenidos que se adjudican al centro del círculo, se realiza un mapa de isovalores de pendientes.

En el presente estudio se han considerado cuadrículas de 4 kilómetros cuadrados, sobre una base topográfica a escala 1:50.000 (Fig. 4). Nuevamente, como en los mapas previos (Fig. 2 y 3) se deducen dos lineaciones predominantes y sensiblemente ortogonales entre sí: WNW-ESE y NW-SE. Esta última se manifiesta con mayor nitidez.

Las pendientes obtenidas confirman la suavidad del relieve asociado a los materiales terciarios investigados. Rompe esta tendencia una barra de calizas lacustres en el sector oriental de la cuenca, comprendido entre las poblaciones de Torre y Marquín. El mayor relieve de la cuenca se sitúa en Sobrón, en materiales cretácicos dispuestos en el núcleo del anticlinal homónimo.

## 6. OBSTACULOS AL DRENAJE

Se ha realizado un mapa de obstáculos al drenaje aplicando el método de Naudin y Prud'Homme (1973), según el cual la formación de confluencias de cauces y surgencias está condicionada por factores litológicos y/o estructurales.

La técnica utilizada consiste en unir, a partir de un origen (generalmente la desembocadura de la cuenca) y mediante un trazado continuo rectilíneo, las diferentes confluencias de cauces y surgencias, de forma que entre dos curvas consecutivas sólo haya un segmento de cauce. Si la distribución de cauces fuera regular, el mapa reflejaría líneas paralelas. Sin embargo, las variaciones litológicas y/o accidentes estructurales aparecen definidos por zonas de mayor densidad de curvas que constatan la existencia real de "obstáculos" al drenaje.

La figura 5 muestra el resultado de la aplicación de este método. Por razones de escala, se han representado aquellas lineaciones claramente manifiestas. A partir de las mismas se han deducido tendencias generales de los obstáculos al drenaje que ponen de manifiesto dos orientaciones predominantes: NW-SE y N-S; en menor medida también aparecen las direcciones NE-SW y NW-SE.

La lineación más patente en la zona investigada, se sitúa entre las localidades de Ocio y Peñacerrada y está asociada a la estructura anticlinal de Ocio, la cual separa las subcuencas del Inglares y el Ayuda (Fig. 1). En el sector de Miranda de Ebro se observa una clara ausencia de obstáculos al drenaje motivado por la presencia de los depósitos aluviales.

En resumen, los obstáculos al drenaje corroboran las directrices obtenidas en los mapas previos, a excepción de la directriz N70E obtenida del mapa de longitudes de valle.

## 7. MAPA MORFOESTRUCTURAL

La superposición de la información obtenida en los diferentes mapas generados a partir del análisis de la red de drenaje, permite visualizar de manera global todas las lineaciones y/o rasgos estructurales más representativos así como estructuras aparentemente más anec-

dólicas. Se obtiene así un mapa morfoestructural (Fig. 6). La aparente complicación del sector oriental respecto al occidental, se explica por que en este último predominan los depósitos aluviales recientes del Ebro y, por tanto, el desarrollo de la red de drenaje es insignificante.

Las directrices obtenidas requieren un análisis individualizado, ya comentado previamente en cada mapa temático, aunque en general son todas las directrices coincidentes, a excepción de la N70E.

Destacan las direcciones submeridianas asociables a intumescencias halocinéticas y las alineaciones N120E a N90E que reflejan la estructura sinclinal de la cuenca terciaria considerada, ambas asociables a accidentes antiguos del basamento y que han estado ya presentes en toda la historia geológica alpina.

## 8. CONCLUSIONES

El análisis de las redes de drenaje que discurren sobre la Cuenca Terciaria de Miranda-Treviño muestran cuatro tipos de lineaciones: N90-120E, N30E, N70E y N170E.

Las dos primeras lineaciones son aproximadamente paralelas a las directrices regionales. La dirección N90-120E es característica de toda la Cuenca Vasco-Cantábrica y la N30E coincide con la Falla de Pamplona. Asimismo, ambas lineaciones se corresponden con las lineaciones diapíricas del Bloque Alavés.

Las lineaciones subortogonales N170E y N70E son bien visibles en el mapa de longitudes de valle. La primera se relaciona claramente con los diapiros de Salinas de Añana y Peñacerrada, y se ha interpretado como intumescencias halocinéticas, quizás heredadas de estructuras previas, pero actualmente activas.

La lineación N70E no tiene ninguna relación con estructuras previas regionales. Una explicación a estas morfoestructuras correspondería a ligeros cambios en los buzamientos provocados por un régimen de esfuerzos N160E, en posible continuidad con la fase compresiva pirenaica. Por tanto, las directrices obtenidas en el mapa de longitudes de valle, deben considerarse como neotectónicas al afectar a materiales post-alpinos y no estar asociadas a estructuras alpinas previas.

## BIBLIOGRAFIA

- BRINKMANN, R. y LOGTERS, H. (1967). "Die diapire der spanischen westpyrenaen und ihres vorlandes". *Beih. geol. Jb.*, 66, 1-20.
- GVIN, V. Y. (1965). "Using one order valley length maps to predict structures in the northern part of the Volga-Urals petroliferous province". *Dokl. Acad. Soc. USSR., Earth Sc. Sect., Washington*, 160, 16-18.
- EGUILUZ, L. y LLANOS, H. (1988). "El diapiro de Salinas de Añana: un ejemplo de ascenso diapírico modificado por esfuerzos cizallantes". *II Cong. Español de Geología*, vol. com. 2, 131-134.
- HORTON, A. D. (1945). "Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology". *Geol. Soc of American Bull.*, 56, 275- 370.
- IBARRA, V.; MARTINEZ-TORRES, L. M.; MORALES, T. y RAMON-LLUCH, R. (1988 a). "Análisis morfométrico de la cuenca del río Bidasoa". *Príncipe de Viana (supl. cienc.)*. Pamplona, 8, 49-59.
- IBARRA, V.; MARTINEZ-TORRES, L. M.; MORALES, T. y RAMON-LLUCH, R. (1988 b). "Estudio de la red

- de drenaje de la cuenca del río Bidasoa: aplicación en la interpretación estructural". Príncipe de Viana (supl. cienc.). Pamplona, 8, 61-72.
- I.G.M.E., (1978a). Hoja 138 (La Puebla de Arganzón), escala 1:50.000, serie MAGNA.
- I.G.M.E., (1978b). Hoja 139 (Eulate), escala 1:50.000, serie MAGNA.
- I.G.M.E., (1978c). Hoja 169 (Casalarreina), escala 1:50.000, serie MAGNA.
- I.G.M.E., (1979a). Hoja 111 (ORDUÑA), escala 1:50.000, serie MAGNA.
- I.G.M.E., (1979b). Hoja 137 (MIRANDA DE EBRO), escala 1:50.000, serie MAGNA.
- I.G.M.E., (1979c). Hoja 170 (HARO), escala 1:50.000, serie MAGNA.
- MARTINEZ-TORRES, L. M. (1992). "Análisis morfométrico y morfoestructural de la cuenca submarina de Capbreton (Golfo de Vizcaya)". Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava, 7, 3-23.
- MERINO, A., MARTINEZ-TORRES, L.M., LAGO-LABRADOR, M. Y EGUILUZ, L. (1996). "Análisis de la fracturación post-alpina de la Cuenca de Miranda-Treviño (Cuenca Vasco-Cantábrica): un ejemplo de cuenca de país". Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava, 10-11, 61-71.
- NAUDIN, J.J. y PRUD'HOMME, R. (1971). "Méthodes d'analyses morphologiques et morphostructurales d'interprétation des topographies et des bathymétries dans les domaines continentaux et marins". Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, 10, 111-114.
- ULLIBARRI, M.; LLANOS, H.; MARTINEZ-TORRES, L. M.; Y CRUZ-SANJULIAN, J. (1985). "Aspectos geomorfológicos de la cuenca del río Inglares". Cong. sobre la Formación de Alava, medio físico, Vitoria. Ed. Diputación Foral de Alava, 933-946.
- WIEDMANN, J. (1979). "Itineraire géologique a travers le Cretacé moyen des Chaines vascogotiques et celtiberiques (Espagne du nord)". Cuad. de Geol. Ibérica, 5, 127-214.



Figura 1. (a) Localización de la figura 1b en un esquema geológico regional. (b) Distribución de las cuencas y subcuencas hidrográficas analizadas con su topónimo respectivo. 1: materiales post-alpinos objeto de este estudio; 2: diapiros de evaporitas triásicas; 3: sinclinales; 4: anticlinales; 5: cabalgamientos.

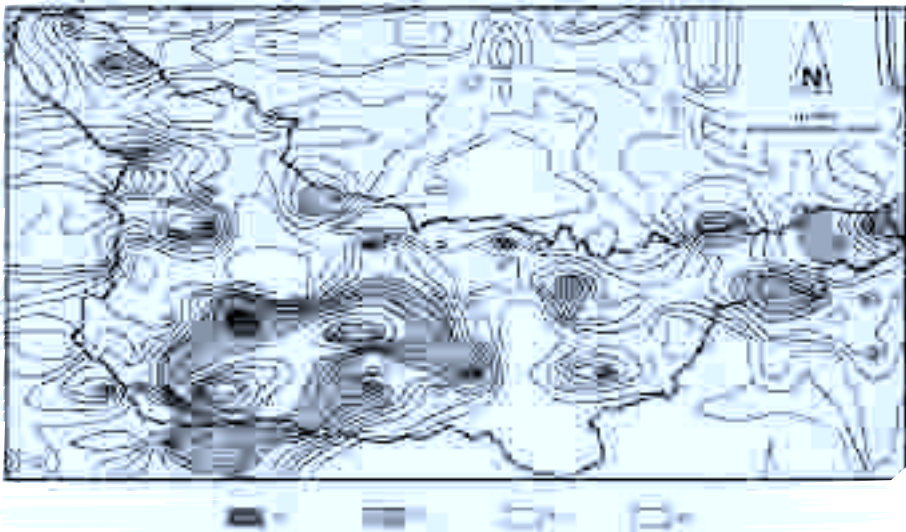


Figura 2. Mapa de isovalores de longitudes de valle de orden 2.



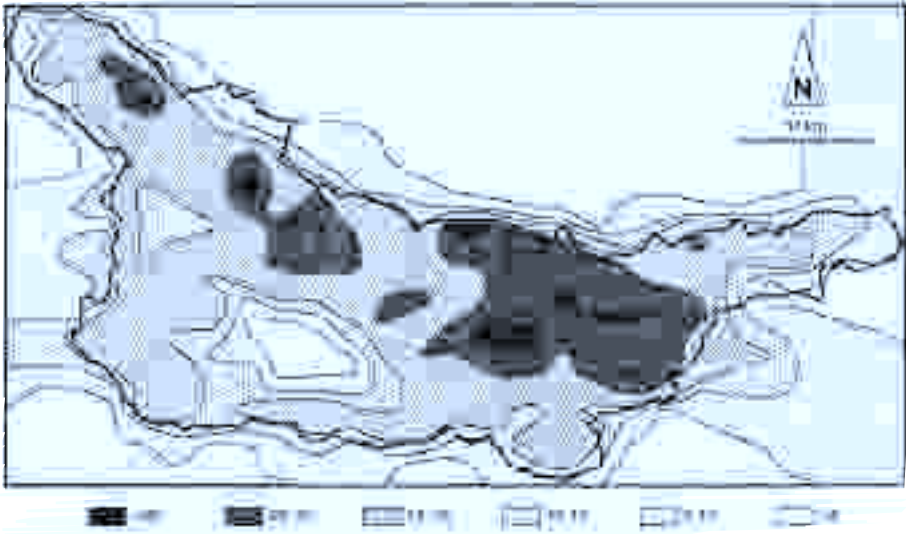


Figura 3. Mapa de densidad de cauces por cada 4 kilómetros cuadrados de unidad de área.

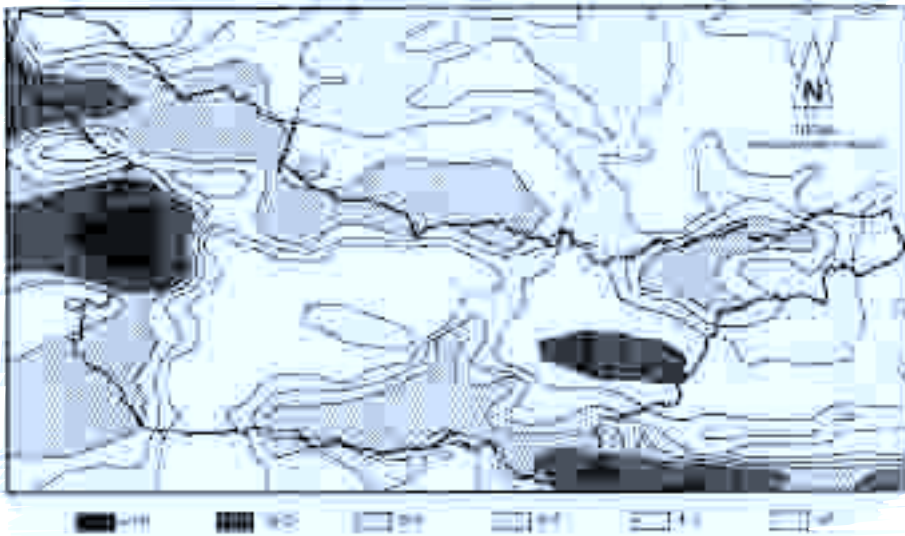


Figura 4. Mapa de pendientes medias en grados sexagesimales.

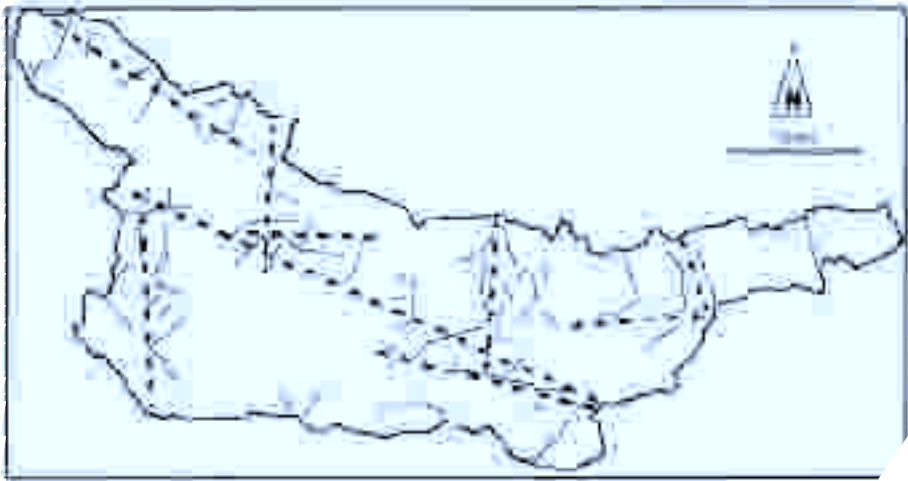


Figura 5. Obstáculos al drenaje en líneas continuas y lineaciones asociadas a esos obstáculos en trazos gruesos.



Figura 6. Mapa morfoestructural sintético obtenido a partir de los mapas previos.

- 1: Sinclinales y anticlinales obtenidos de las longitudes de valle de orden 2 (Fig. 2);
- 2: lineaciones obtenidas del mapa de densidad de cauces (Fig. 3); 3: lineaciones del mapa de pendientes medias (Fig. 4); 4: lineaciones deducidas de los obstáculos al drenaje (Fig. 5);
- 5: obstáculos al drenaje (Fig. 5).