

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFIA

LA HIDROGRAFIA, FACTOR ANALITICO FUNDAMENTAL EN LA
IDENTIFICACION DE LOS RASGOS NATURALES REGISTRADOS
EN LAS FOTOGRAFIAS AEREAS

POR

Felipe Guerra Peña

TESIS

QUE PRESENTA EL AUTOR PARA OPTAR
AL GRADO DE DOCTOR EN GEOGRAFIA

MEXICO D. F.

1964.



Universidad Nacional
Autónoma de México

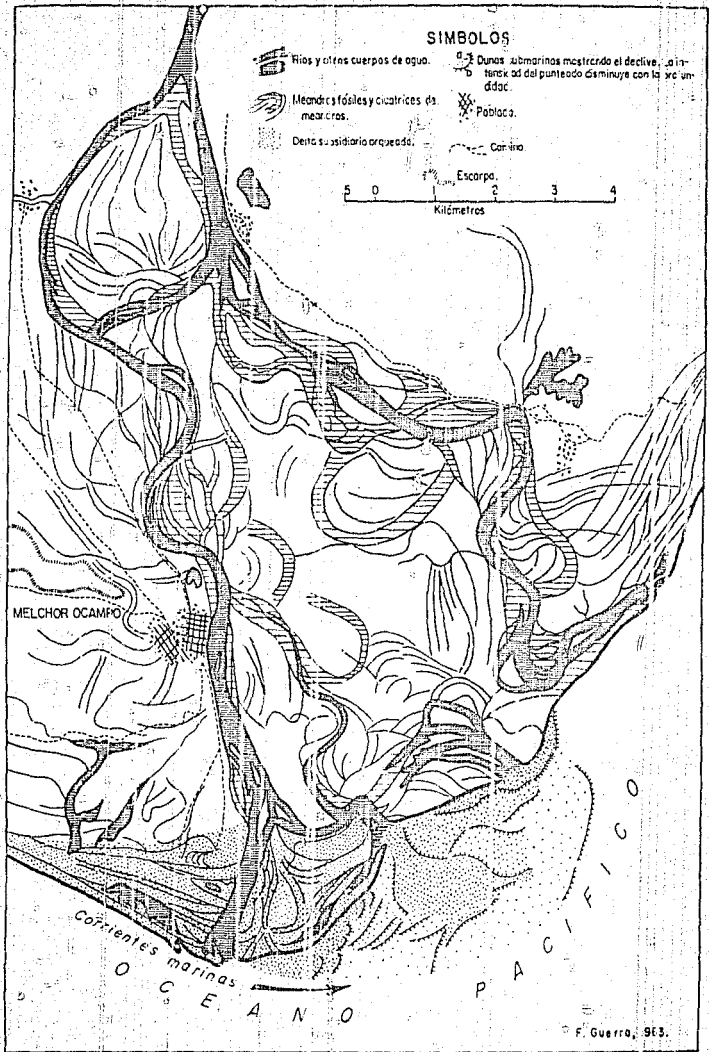


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DELTA DEL RIO BALSAS O MEXCALA, MEX CO.

La Hidrografía, Factor Analítico Clave Fundamental en la Identificación de los Rasgos Naturales Registrados en las Fotografías Aéreas

IMPORTANCIA DE LA RED HIDROGRAFICA, CONSIDERADA COMO CLAVE ANALITICA PARA LA IDENTIFICACION DE LAS IMAGENES FOTOGRAFICAS AEREAS DE LOS RASGOS NATURALES.

De todos los factores que pueden conducir al análisis de los rasgos naturales que registran las fotografías aéreas, es el avenamiento o drenaje uno de los de mayor importancia o, posiblemente, el más importante de todos. En efecto, y según dice D. R. Lueder (1959) "con excepción de las formas terrestres, la configuración del drenaje superficial es, probablemente la más segura guía de las condiciones del terreno, de que dispone el intérprete fotógrafo".

El examen de la ordenación o arreglo del escurrimiento sirve siempre de punto de partida para el análisis de los rasgos naturales reflejados por sus imágenes en las fotografías aéreas, ya que su universalidad, o sea su distribución sobre la casi totalidad de la superficie terrestre, permite disponer de una base cartográfica natural, a modo de fondo topográfico común, sobre el que transportar los datos facilitados por el examen analítico de que se trate.

Por otra parte, la simple consideración de la configuración o sistema de drenaje, permite verificar valiosas observaciones, desde cualquier punto de vista que se utilice en el análisis, ya sea éste el geográfico o el geológico, el edafológico o el forestal, etc., por lo que resulta imperativo el verificar "a priori" el estudio de la red hidrográfica, como paso previo para entrar en los estudios

específicos, muchas de cuyas conclusiones ya quedan predeeterminadas por aquél. La misma ausencia de drenaje, en el caso de producirse, constituye un importante dato que autoriza la formulación de conclusiones bien definidas y, a veces, definitivas.

El "drenaje" se encuentra íntima y muy especialmente relacionado, en cuanto factor analítico, con otro elemento fisiográfico y geomorfológico igualmente de extraordinaria importancia: la "erosión". Existe entre ambos factores una relación tan estrecha que ha permitido a H. F. von Bandat (1962), calificar indistintamente a la "configuración del drenaje" como "diseño de erosión", porque ciertamente ambos términos pueden ser considerados como sinónimos. No obstante esto, y habida cuenta de que entre el "drenaje" y la "erosión" puede precisarse una marcada, aunque compleja, relación de causa a efecto, en la que influyen multitud de circunstancias, —todas ellas muy variables, como el clima y la constitución física y química de las rocas mismas,— se hace posible identificar la "causa" con la "erosión". Pero, como lo que se analiza son los resultados, gráficamente recogidos en las fotografías aéreas mediante imágenes concretas y no directamente los fenómenos que los producen, resulta obligado invertir los términos, y considerar al "drenaje" como a la herramienta que esculpe, o causa, y a la "erosión", inmovilizada en su imagen fotográfica, como producto esculpido, o efecto.

Por ello, y aunque ambos factores analíticos se complementan mutuamente, lo que exige sean tratados conjuntamente, ya que se encuentran estrechamente enlazados, como apuntado queda, tanto por sus comunes expresiones fotográficas, como por su también común significado en la interpretación, para mayor claridad expositiva y, dado que ciertas condiciones son privativas del "drenaje", mientras que otras lo son de la "erosión", se analizan separadamente ambas claves, circunscribiéndose a la primera de ellas el presente trabajo.

La importancia decisiva del "drenaje", como indicador directo y fidedigno de las condiciones del terreno, se deriva precisamente del hecho de estar determinado y condicionado por los factores físicos naturales, entre los que destaca el ya mencionado del clima, además de los constituidos por la vegetación, el suelo, y las rocas, y entre éstas últimas, por los derivados de su composición

química o mineralógica y de su textura física, su estructura geológica, su tectónica o grado de fracturamiento, su posición topográfica, etc.

Resulta evidente considerar que el escurrimiento dentro de un clima dado se comportará de una manera específica cuando se produce sobre rocas de condiciones naturales uniformes y, que en tal caso, el escurrimiento adoptará configuraciones típicas para cada clase de rocas. Esta forma o disposición característica variará, llegado el caso, en la medida en que se modifiquen una o varias de tales condiciones naturales.

De esta manera, la presencia de un sistema de drenaje con configuración uniforme revelará, sobre el área en que se desarrolle, la existencia de un material también uniforme, por lo que se refiere a su textura, composición, etc., mientras que la ausencia de tal uniformidad en el sistema de drenaje denotará la presencia de materiales heterogéneos y de condiciones físicas distintas en las diferentes zonas en que dicha diversificación se manifieste. Esta correlación tan importante entre la configuración del drenaje, por una parte, —a través de su textura, densidad, y otros elementos,— y los agentes físicos que directa o indirectamente operan sobre la superficie terrestre y sobre los materiales que la constituyen, por otra, permite verificar la identificación y localización de las áreas que tengan entre sí semejanzas o diferencias significativas, mediante su delimitación en las fotografías aéreas, por el simple análisis de su avenamiento o drenaje, y a su vez, correlacionarlas. Se identifican y correlacionan así las diversas características del drenaje, con los fenómenos y materiales que le son concomitantes.

Aún de más trascendental importancia que la correlación precitada, resulta la doble facultad que tiene el drenaje de poner en evidencia determinadas estructuras geológicas a las cuales se acomoda, así como ciertos accidentes tectónicos a los que muchas veces se adapta en su configuración superficial. Estas facultades del drenaje adquieren superlativa valoración cuando se trata de rasgos tectónicos o estructurales que no se reflejan directamente en la superficie y, por lo tanto, solamente son registrables mediante el análisis del drenaje en las fotografías aéreas, gracias al hecho

de permitir estos documentos la localización de muchos de dichos rasgos, imposibles de percibir ni en el propio terreno.

Esta supervaloración de la importancia extraordinaria del drenaje, como factor analítico clave en la identificación de las imágenes de los rasgos naturales reflejados por ellas en las fotografías aéreas, resulta evidente si se considera que, si bien la correlación entre el drenaje y las condiciones naturales de la superficie terrestre puede verificarse, no ya solo sobre el terreno mismo, sino sobre mapas topográficos convencionales que contengan un determinado grado de detalle y de exactitud, es solamente utilizando fotografías aéreas verticales como se puede llegar al logro del deseado fruto, ya que mediante el empleo separado y conjunto de todas las claves analíticas en el examen de las imágenes fotográficas es como resulta únicamente posible identificar todos y hasta el menor de los datos. Pero, sobre todo, su valor se acentúa por la posibilidad tantas veces señalada, de permitir el registro de rasgos que no pueden percibirse ni aún caminando sobre ellos y que, en consecuencia, ni figuran, ni podrían figurar en los correspondientes mapas, ni tampoco existen de hecho para cualquier otro método de exploración superficial.

Finalmente, la fotografía aérea vertical, facilita al análisis del terreno una perspectiva inigualable, tanto por el inmejorable ángulo de observación que permite, como por la gran amplitud de campo que encierra, condiciones ambas que imperativamente requieren el análisis megascópico del drenaje. Y, claro es, sin contar que la fotografía aérea reproduce los rasgos naturales realmente, tal y como son, en todo su detalle, sin convencionalismos ni interpretaciones más o menos subjetivos.

PRINCIPALES ELEMENTOS FISICOS DETERMINANTES DEL DRENAJE

Independientemente de la determinante más general, constituida por las condiciones climáticas, se pueden distinguir, como lo hace B. A. Tator (1954), los tres siguientes principales factores controladores del drenaje: a) litología; b) estructura; y, c) zonas y líneas de debilidad.

a) Control litológico.

Las variaciones en la resistencia de las rocas originan un marcado ajuste del tipo de drenaje a la litología. "Los estratos más débiles (lutitas y margas en la costa del Golfo de México, S. de Alabama, y W. de Florida), —manifiesta el autor citado,— se erosionan y originan amplias fajas de tierras bajas que se localizan paralelas a "cuestas" poco prominentes, formadas por estratos arenosos más resistentes. Aunque la topografía pierde expresión hacia la costa, un examen detenido de las fotografías aéreas, revela las líneas del control litológico del drenaje, que persiste en el sentido del rumbo. Del mismo modo, el control en el sentido del buzamiento se ejerce en algunos segmentos del drenaje facilitando, con la ayuda del rumbo, un medio para registrar localmente elementos estructurales en áreas de afloramientos pobremente manifestados. Las variaciones locales en el rumbo se acentúan por el proceso de desviaciones o cambios homoclinales de las líneas de drenaje. La migración echado abajo, de las pendientes obsecuentes (*), se produce a medida que la superficie del paisaje desciende. Los valles de rumbo ocupados por los segmentos de drenaje, se ensanchan por este medio, y los tributarios fluyen echado abajo, alargándose en el sentido del buzamiento". (Fig. 1).

Es así como "los estudios estratigráficos se encuentran muy ayudados por la observación de las características de los valles y canales. El examen detenido de éstos revela que los cambios en la "litología" producen variaciones sensibles en los depósitos de los canales. Por ejemplo, el lodo fino que forma el depósito de un segmento de canal es frecuentemente sustituido por material arenoso en otro segmento adyacente de la corriente. En muchos casos se produce tal sustitución al traspasarse los contactos litológicos, aunque también puede deberse a afallamiento. Aproximadamente, las fronteras litológicas pueden determinarse también por variaciones en la anchura de los valles y por cambios en la regularidad o irregularidad del tipo de drenaje. En muchos casos, la súbita aparición o desaparición de un tipo de meandros, revela el control litológico. Del mismo modo, segmentos trenzados de drenaje cons-

(*) Ver, más adelante, la clasificación genética de las corrientes fluviales.

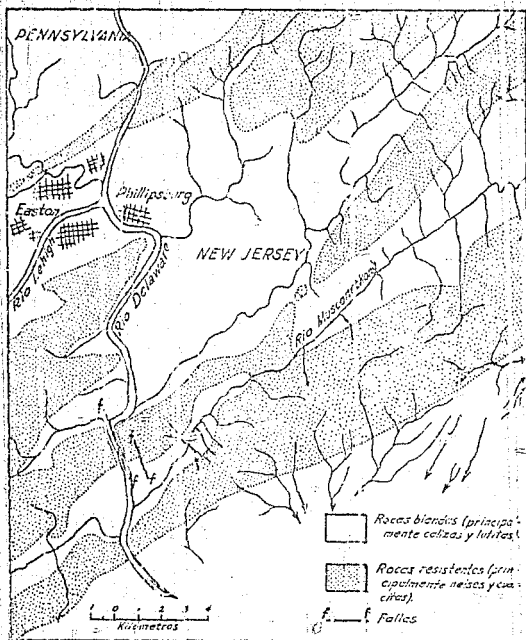


Figura 1.

Bosquejo geológico del área de Easton, Pennsylvania, mostrando la configuración del drenaje bien ajustado a las rocas débiles. Como el neis y la cuarcita resisten, no solamente la erosión fluvial sino también el desplazamiento de los deuritos por gravedad, sobresalen entre las áreas de rocas débiles como crestas de unos 150 metros de altura.

(Según W. S. Bayley, U. S. Geol. Survey).

tituyen una indicación clara de cambios litológicos. El tono y los contrastes de vegetación, complementan tales características del drenaje en la determinación de diferencias litológicas. Para este tipo de reconocimiento, las fotografías aéreas y la verificación subsiguiente en el campo, de los datos por ellas manifestados, constituyen el único medio adecuado.

b) Control estructural.

Las relaciones entre el drenaje y la estructura geológica ya fueron perfectamente establecidas desde 1932, por E. F. Zernitz. Con relación a ello, B. A. Tator (1954), sostiene que "el uso de la red de drenaje como clave de la estructura dependerá, en gran medida, del conocimiento que el intérprete de fotografías aéreas tenga de las "probabilidades estructurales" de la región. En la red del drenaje se reflejan, tanto las influencias estructurales pasivas, o ya desarrolladas, como las activas, o en actual desenvolvimiento. Pequeñas variaciones en la dirección y en la magnitud del echado revelan probables zonas afalladas o intrusiones dómicas salinas. Es muy grande la "sensibilidad" del drenaje a la dirección del rumbo y buzamiento atribuible, bien a intrusiones salinas, a inclinaciones por causa de afallamiento, o bien a sistemas de amplias y suaves combaduras".

Por otra parte, "la inclinación de bloques rocosos de dimensiones regionales origina determinadas direcciones del drenaje, que son anómalas con respecto al buzamiento regional. La amplitud de visión facilitada por las fotografías aéreas muestra tales áreas inclinadas a la atenta observación del intérprete. Dentro de las áreas de diversión de la dirección del drenaje regional se encuentran segmentos de drenaje que conservan elementos de la dirección del flujo anteriores al basculamiento. El descubrimiento de grandes zonas de afallamiento revela la localización de las áreas a lo largo de las cuales han ocurrido los movimientos que inclinaron los bloques. Igualmente, el escrutinio del tipo de drenaje hace posible la localización de relieves estructurales bajos y abiertos, en cuyo caso, y una vez más, las variaciones en la dirección del buzamiento son puestas en evidencia por las corrientes fluviales controladas por el rumbo y buzamiento de las rocas". (Figs. 2-A y B, y 3-A, B y C).

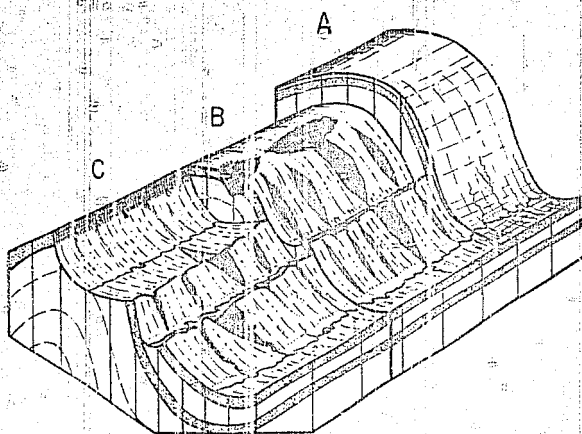


Figura 2-A.

La figura representa un arco anticlinal y una depresión sinclinal con dos estratos de rocas resistentes que están comenzando a erosionarse mientras las formaciones débiles son arrasadas. Las corrientes consecuentes de la forma inicial (bloque A) son un río que sigue un curso longitudinal en la fosa y un número de pequeños tributarios que bajan por el flanco del arco. En la etapa representada por el bloque B, las formaciones más resistentes han sido cortadas, desarrollándose un valle subsecuente sobre el débil estrato subyacente. Algunas de las corrientes han cortado también a través de la segunda formación resistente. El bloque C representa un desarrollo más completo del drenaje subsecuente, al formar crestas subsecuentes de rumbo los afloramientos de ambos estratos resistentes.

(Según C. A. Cotton).

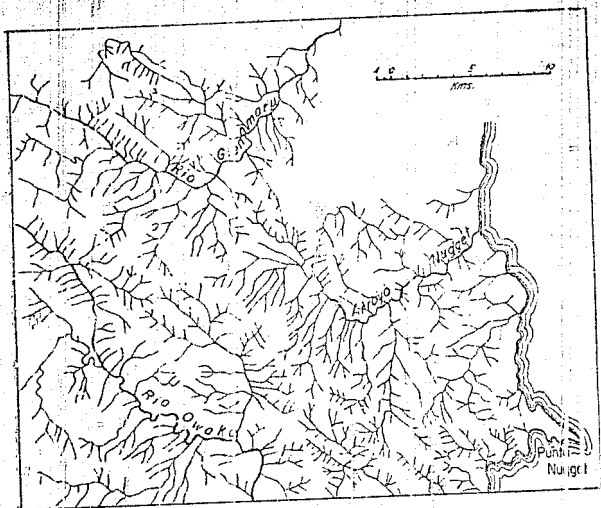


Figura 2-B.

Mapa mostrando el ajustamiento del drenaje a la estructura, cerca de la punta Nugget, Otago, Nueva Zelanda. Se observa un notorio desarrollo de crestas y valles sucesivos, ajustados al rumbo noroeste de estratos de pronunciado buzamiento.

(Según C. A. Cotton).

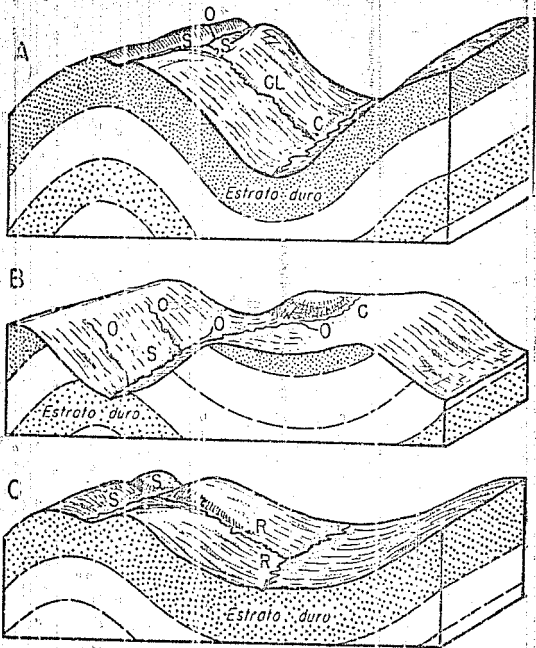


Figura 3-A, B y C.

Desarrollo de relieve invertido y posteriormente de drenaje rescuente, sobre un área de rocas plegadas.

(Según C. A. Coñar).

En la figura anterior la superficie original del terreno se presupone constituye la superficie superior de una serie de estratos buzantes. En la etapa inicial (A), las principales corrientes consecuentes, C, siguen el buzamiento del sinclinal, mientras que las consecuentes laterales, CL, se desarrollan sobre los flancos del sinclinal. En la etapa siguiente (B), si el estrato duro cubre la estructura, es fácilmente quebrantado cerca de la cresta del anticlinal, desarrollándose entonces corrientes subsecuentes, S, si quedan expuestas capas débiles, mientras que las corrientes obsecuentes, O, se desenvolverán hacia abajo, en las escarpas interiores. Si la disposición de los estratos duros y blandos es conveniente, la erosión del consecuente, C, puede ser tan limitada que lentamente, el drenaje subsecuente acabe predominando. El drenaje subsecuente puede, a su vez, confrontar un estrato duro, mientras los cursos longitudinales de los originales consecuentes pueden ser excavados con relativa facilidad. Finalmente, en la etapa (C), por un complejo proceso poco comprendido todavía, el drenaje puede revertir a una configuración muy parecida a la inicial, pero como las corrientes difícilmente son directas descendientes de las consecuentes originales, son mejor calificadas como resecuentes. En el ejemplo (C), la configuración resecuente será probablemente estable, si se desarrolla cerca del nivel base.

“Hay considerable evidencia para garantizar la conclusión, —dice sobre este particular F. A. Melton (1956), uno de los investigadores que más se han destacado en esta técnica desde sus comienzos,— de que gran parte del drenaje de las más amplias áreas continentales del mundo (probablemente entre el 25 y el 75 por 100 del mismo), se encuentra controlado estructuralmente. Por el control estructural del drenaje, los geólogos comprueban que la configuración del drenaje refleja los rasgos estructurales, así como los afloramientos de las rocas resistentes, encima y debajo de las formaciones no resistentes, el buzamiento y rumbo de dichas formaciones, la presencia de fallas, diaclasas, y otros rasgos locales”.

B. A. Tator (1954), opina que, aunque a veces son oscuras las relaciones entre el drenaje y la estructura rocosa en regiones de rocas blandas o sin consolidar, no ofrece dificultades su interpretación en áreas de rocas duras o consolidadas. Entre las primeras, cita el caso de las llanuras costeras, “donde las rocas, por

lo general, están sin considerar, tienen poca diferenciación litológica, y exhiben un buzamiento regional bajo". En tales casos, "los problemas interpretativos los originan, por otra parte, el escaso relieve (expresión topográfica limitada), y la influencia enmascaradora de los depósitos superficiales".

Según el mismo autor, es por dicha razón por lo que el análisis del drenaje mediante fotografías aéreas ofrece las máximas ventajas "en las regiones cubiertas por depósitos sin considerar, como en las llanuras costeras, donde los métodos normales del geólogo rinden poco. La experiencia demuestra que la interpretación de las fotografías aéreas facilita un medio de exploración en áreas donde, con demasiada frecuencia, resulta virtualmente imposible percibir los datos necesarios para el estudio del terreno". H. N. Fisk (1944), en Luisiana; R. O. Vernon (1951), en Florida; y D. C. Barton (1933) y C. De Blieux (1949), en Texas, "han demostrado que la interpretación de la red del drenaje y de otros datos superficiales, tal y como se presentan en las fotografías aéreas, facilitan suficiente detalle para registrar las estructuras geológicas".

c) Control por zonas y líneas de debilidad.

Para F. A. Melton (1954), "las alineaciones largas y rectas de las corrientes fluviales deberían llamar la atención de los geólogos". Muy comunes en las regiones llanas del globo, según la opinión del autor "son efecto del intemperismo y la erosión a lo largo de zonas de diaclasas que se exhiben superficialmente, causadas por fallas que se localizan profundamente en las rocas del basamento". "Estas alineaciones que probablemente se deben a afallamientos profundos, son más fácilmente perceptibles en muchos respectos, en las fotografías aéreas, que las fallas en rocas aflorantes, donde dichas rocas carecen de resistencia al intemperismo y a la erosión. Sin embargo, ambas clases de influencia pueden mostrarse en el mismo lugar, expresándose con diferentes aspectos en la configuración del drenaje".

Con relación a este tema, B. A. Tator (1954), manifiesta que "las líneas de drenaje se ajustan a las de debilidad de las rocas. En realidad, el afallamiento se produce en áreas de debilidad, a veces muy antiguas, de la corteza terrestre, y en las líneas de

afallamiento se acomoda el drenaje. De este modo, las líneas de drenaje sirven para descubrir las zonas de debilidad (de afallamiento). Estas alineaciones del drenaje son localizables en las áreas inter-fluviales, en forma de alineaciones de sumideros o de combas topográficas, o por contrastes de suelos o de vegetación y, en algunos casos, por fallas o por escarpas de línea de falla. Contribuyen a la interpretación inflexiones anómalas de los canales, segmentos de valles con cuerpos líquidos, lagunas, etc., y canales excesivamente arenosos".

Así, "las líneas de drenaje ofrecen con frecuencia valiosa información con relación a las fallas, a su relativo tiempo de origen, y a la dirección del movimiento. Mediante el estudio de un canal fluvial existente, y de las micro-formas relacionadas (canales abandonados), en la vecindad de la falla, se puede fechar ésta, con respecto a otros cambios estructurales, tales como plegamientos".

Es necesario advertir que las tres clases mencionadas de control del drenaje, —litológico, estructural, y por afallamiento,— se combinan entre sí, de manera que se manifiestan conjuntamente, aunque una de ellas suele ser la predominante, o faltar alguna, como ocurre principalmente con el control estructural y el litológico, tal como lo muestra la Fig. 4.

PRINCIPALES CRITERIOS UTILIZADOS EN EL ANALISIS DEL DRENAJE

Para el análisis de todos los elementos naturales que el drenaje y sus diversas configuraciones ponen en evidencia, se han clasificado los sistemas típicos de estas configuraciones con diversos criterios y, al mismo tiempo, se han relacionado estos sistemas de configuración con los de la clasificación genésica del drenaje, por la íntima dependencia existente entre la génesis del drenaje y sus sistemas de configuración. Finalmente, se han determinado otros factores, del modo siguiente:

- 1) Análisis individual del drenaje.
- 2) Clasificación genésica del drenaje.
- 3) Clasificación sistemática de las configuraciones de drenaje.

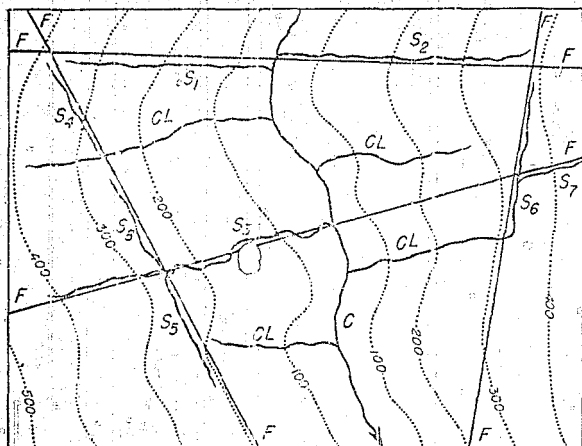


Figura 4.

Desarrollo del drenaje sobre rocas afalladas.

(Según B. W. Sparks).

La figura muestra una estructura complicada, en la que existe una amplia depresión inicial en una área de rocas plegadas. La principal corriente consecuente, C, sigue el eje de la depresión, mientras que las consecuentes laterales, CL, se desarrollan aprovechando las concavidades de los flancos de la depresión mayor. Los cursos de los subconsecuentes, S₁ a S₇, serán evidentemente líneas de falla: algunos de ellos son paralelos a los consecuentes laterales, como los S₁ y S₂; y otros, paralelos al principal consecuente, como S₄ y S₅; otros siguen opuesta dirección a la de dicho principal consecuente, como el S₃; algunos son tributarios del consecuente principal, como S₆, y otros tributarios de los consecuentes laterales, como S₇ y S₈.

- 4) Textura del drenaje.
- 5) Espaciamento o densidad del drenaje.
- 6) Homogeneidad o uniformidad del drenaje.
- 7) Grado de integración del drenaje.
- 8) Análisis de la configuración regional del drenaje.

1)—ANÁLISIS INDIVIDUAL DEL DRENAJE

Los principales tipos de las corrientes fluviales, consideradas individualmente son, —según W. D. Thornbury (1954),— los ocho siguientes: recto, curvo, retorcido, sinuoso o serpenteante, anastomosado, rectangular, trenzado, y deltaico o distributivo.

Con relación al primer tipo cabe decir que las corrientes fluviales son raramente "rectas" a lo largo de distancias relativamente largas, pero cuando se registra este caso, denota la existencia de control estructural en el sector o segmento correspondiente, o bien la iniciación de pendientes abruptas en rocas homogéneas, a lo largo de la sección o tramo rectilíneo. En el tipo "curvo" se pueden distinguir varios grados de curvatura, desde amplia y abierta hasta estrecha y cerrada, por ejemplo, y lo mismo puede decirse cuando se trate de meandros "retorcidos" o "sinuosos". El tipo "anastomosado" suele producirse por la superposición de canales intercomunicantes tortuosos, en áreas de lagunas pantanosas y de meandros fósiles.

La configuración "recta" o "rectilínea" revela, además, el acomodamiento de las corrientes fluviales a accidentes tectónicos, como ya queda dicho anteriormente, tal como sucede cuando los tributarios confluyen con los troncales en ángulo más o menos recto, especialmente cuando la confluencia se verifica por ambos lados a la vez de la corriente principal o, más evidentemente aún, cuando confluyen en ésta transversalmente, de forma que el tributario de un lado lo haga en ángulo agudo, y el del otro lado lo haga en ángulo obtuso, por hallarse ambos tributarios opuestos, acomodados a la misma fractura, que cruza diagonalmente la corriente maestra.

Para el análisis individual de las corrientes fluviales es necesario un conjunto de datos que resuman las principales características de las mismas, bien entendido que cualquiera de ellos

puede dar la clave para la solución de un importante problema de la identificación o influir en el análisis de la configuración colectiva del drenaje. Según H. T. U. Smith (1943), estos datos son los siguientes:

- | | | | |
|--|---|---|------------------------------|
| 1.—Configuración longitudinal | } | a.—Recta. | |
| | | b.—Irregular. | |
| | | c.—Angular. | |
| | | d.—Serpenteante. | |
| 2.—Gradiente | } | (1)—Inclinación | |
| | | (2)—Regularidad | |
| | | a.—Perfil suave. | |
| | | b.—Perfil roto por cascadas o rápidos. | |
| 3.—Carácter de la confluencia con los tributarios. | } | a.—Angulo de confluencia. | |
| | | b.—Gradiente continuo o gradiente interrumpido. | |
| 4.—Características de los canales. | } | 1)—Seco, parcialmente lleno, lleno, inundado. | |
| | | 2)—Anchura del canal. | a.—Promedio de anchura. |
| | | | b.—Variaciones de la anchura |
| | | 3)—Canal simple o complejo. | |
| | | 4)—Presencia de rocas, barras, islas, etc. | |
| | } | a.—Relativamente altas. | |
| 5)—Carácter de las orillas | | b.—Inclinación. | |
| | | c.—Simetría. | |

2)—CLASIFICACION GENESICA DEL DRENAJE

La clasificación genésica original del drenaje se debe al ilustre geógrafo y geólogo, fundador de la escuela americana de geomorfología, William Morris Davis (1839), (1890), (1897), quien la fue gradualmente desarrollando en una serie de clásicos ensayos de la literatura fisiográfica y geomorfológica. La importancia de esta clasificación se deriva del hecho de constituir la clave para la identificación de las estructuras geológicas y de la naturaleza del

área a que el drenaje corresponda y, al mismo tiempo, revelar la etapa del ciclo fisiográfico en que se encuentre dicha área. Además, sirve de base para la clasificación sistemática de las configuraciones del drenaje, con la que está íntimamente relacionada la clasificación genésica.

"En la clasificación genésica de los ríos, —dice A. W. Grabau (1932), a quien se debe uno de los más completos estudios al respecto,— debe reconocerse que se consideran dos cosas diferentes: los "ríos" propiamente dichos, y sus "cuencas de drenaje". Un tipo simple de río puede darse, en efecto, sobre una cuenca de drenaje complicada; y también puede darse lo contrario, es decir, un río complicado sobre una cuenca de drenaje de estructura simple".

En consecuencia, dicho autor clasifica los ríos con referencia a su origen, en "simples" o "monógenos", y en "complicados" o "polígenos". Los "monógenos", ya sea por captura, crecimiento, o por accidentes causados por agentes extraños, suelen convertirse en "polígenos" o "poligenéticos" casi siempre.

La terminología empleada para designar las diversas clases de corrientes fluviales atendiendo a su origen, lleva consigo el significado de su particular naturaleza en cada caso, con relación a su desarrollo geomorfológico. De este modo y, como dice B. W. Sparks (1960), "cuando se aplique el término "consecuente", significa que es conocida la forma inicial de la superficie, implicando lo mismo el término "resecuente". "Subsecuente" simplemente significa que la corriente fue generada por una línea de debilidad geológica, generalmente observable en un mapa geológico o en el campo, por lo que dicha denominación puede ser usada más fácilmente que las otras dos. Sin embargo, puede haber corrientes que fluyan en la misma dirección que las "consecuentes" verdaderas, sin existir debilidad geológica aparente. En tales casos, el término no debiera usarse hasta quedar demostrada la debilidad".

La clasificación genésica de los ríos de A. W. Grabau (1932), modificada en parte por la de O. D. von Engel (1949), es como sigue:

RIOS MONOGENOS.

I.—Ríos consecuentes.

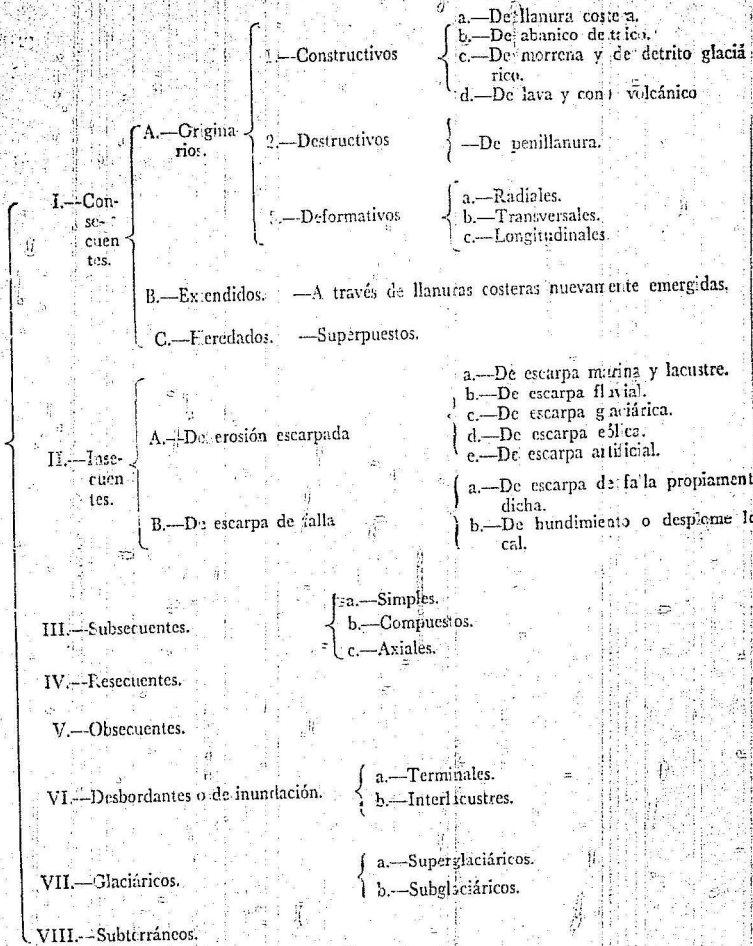
Entre los ríos "monógenos", son "consecuentes" las corrientes fluviales que inician su existencia sobre la superficie de una tierra nueva, la cual puede ser "joven" o "rejuvenecida" pero para lo que al río respecta es "nueva". Su modo de gestarse puede ser por "origen", por "extensión", y por "herencia". Se llaman "consecuentes" porque existen y fluyen "en consecuencia con las desigualdades originales de la superficie del terreno", como ocurre, por ejemplo, con las corrientes iniciales que se desarrollan sobre una llanura costera recientemente emergida, cuyos cursos fluviales se hallan en consecuencia con la pendiente originaria que se inclina hacia el mar. A H. Fay (1920), las define como "aquéllas que tienen un curso o dirección dependiente de, o controlado por la estructura geológica, o por la forma o pendiente de la superficie", y Leet y Judson (1958), como "las corrientes que siguen un curso que es directa consecuencia de la pendiente original de la superficie sobre la que se desarrollan".

P. Macar (1946), llama a los "consecuentes", "ríos primitivos", es decir, a los primeros ríos que se forman, siguiendo esencialmente las pendientes iniciales. "Se guían, aquí y allá, —dice,— en su formación como en su alojamiento, por las irregularidades locales de estas pendientes iniciales, mas su dirección continúa siendo, "grosso modo", la de la pendiente misma. Tales cursos de agua reflejan la orientación de la pendiente sobre la cual se han originado".

En el caso de una región que emerge, las pendientes suelen ser en conjunto muy regulares, y lo mismo ocurre con el perfil de los ríos "primitivos". "Por el contrario, cuando una región se vé libre del casquete de hielo, el relieve dejado por la erosión y los depósitos glaciáricos es muy vario, y los ríos "primitivos o consecuentes" que en ella se forman se caracterizan por caídas y rápidos correspondientes a fuertes pendientes locales, como ocurre en Finlandia y en el Canadá oriental, donde subsiste el drenaje sin modificarse, desde la retirada glaciárica (P. Macar, 1946). Por su parte, A. Holmes (1951), denomina "consecuentes" a las corrientes que se originan "allí donde las tierras de reciente emergencia procuran una salida hacia el mar, y corren por tales pendientes y por

CLASIFICACION GENESICA DEL DRENAJE

RIOS MONOGENOS



RIOS POLIGENOS

- I.—Mixtos: de edad diversa en sus diferentes parte
- II.—Compuestos: de cuenca de diferente estructura.
- III.—Complejos.

los valles en ellas excavados".

La palabra "consecuente" se deriva de la voz latina "consequi", que significa "seguir después de otra cosa, fenómeno o acontecimiento".

La principal clase de ríos "consecuentes", es la denominada "consecuentes originarios" u "originados de nuevo", los cuales se dividen, a su vez, en "principales" y "tributarios", siendo los primeros los que llegan al mar, en el que desembocan, o bien reciben directamente la descarga de la cuenca, y los segundos los que son tributarios de otros consecuentes, que pueden ser o no, principales. En términos generales, los "ríos consecuentes principales" de A. W. Grabau (1932), corresponden a los "consecuentes maestros" de O. D. von Engeln (1949), del mismo modo que los "consecuentes tributarios" del primero de dichos autores, corresponden a los "consecuentes secundarios" del segundo. Según éste, "los consecuentes maestros son aquéllos que se desarrollan en una llanura costera, siguiendo las ligeras desigualdades iniciales de su superficie y que, aunque tienen un área limitada de drenaje, son los más largos, mientras que los consecuentes secundarios confluyen con los anteriores en las llanuras costeras, en ángulo muy marcado, y son de escaso desarrollo".

Las corrientes "consecuentes originarias", de acuerdo con el tipo de terreno sobre que se desarrollan, pueden ser "constructivas", "destructivas", o "deformativas".

Las corrientes "consecuentes constructivas", que como su nombre indica, se producen en superficies de dicha clase, se subdividen, a su vez, en "consecuentes constructivas de llanura costera", o sea, las que se originan en una llanura costera de nueva emergencia, bien a consecuencia de movimientos epirogenéticos de la tierra, o bien de movimientos negativos eustáticos del mar, o bien, en fin, por drenaje de una cuenca elevada; en "consecuentes constructivas de abanico deltaico", es decir, las que se desarrollan en deltas secos de otras corrientes o en tierras deslizadas; en "consecuentes constructivas de morrena y de detrito glaciárico", o que nacen en la superficie inclinada de deposición de detritos de los glaciares; y, en "consecuentes constructivas de lavas y conos volcánicos", originadas sobre las pendientes de los volcanes o de los flujos de lava.

Las corrientes "consecuentes destructivas" tienen lugar sobre

el curso del río. La generalización de este concepto de "sobreposición" o "superposición" universal del drenaje, la subraya F. A. Melton (1956), por estimarla de gran importancia y validez, sobre todo en las regiones llanas. "La generalización, —añade,— puede probablemente ser igualmente correcta en las regiones montañosas y de mesetas, aunque en éstas puede hallarse complicada por el concepto de "antecedencia". (Fig. 5), al producirse la elevación

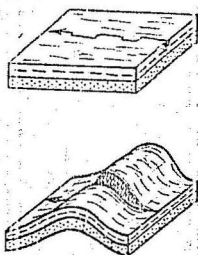


Figura 5.
Antecedencia

Se produce cuando un curso de agua se establece antes del levantamiento tectónico, y mantiene su curso durante el levantamiento.

(Según M. Derruau).

de las cadenas montañosas mientras la erosión se halla también en progreso. Al concepto de la universal "sobreposición" de las corrientes fluviales debe hacerse la excepción de determinados fenómenos locales y más o menos comunes, como el drenaje en el "mal país", en las corrientes "deltaicas", en las de los "volcanes" y "flujos de lava", en las llanuras de "dunas" de arena y de detritos glaciáricos, etc. En tales casos, no pueden ser consideradas las corrientes como "sobrepuestas", desde luego, aunque puedan encontrarse actualmente en proceso de "sobreposición". En cambio, en las "penillanuras", muy comunes en las tierras llanas del mundo, así como en las montañas y mesetas, se confirma el concepto de sobreposición del drenaje, puesto que las mejores oportunidades para la sobreposición en forma regional se producen durante el desarrollo y levantamiento de una penillanura". (Fig. 6).

superficies de destrucción y están principalmente representadas por las corrientes "consecuentes destructivas de penillanura", tales como las que se originan sobre una penillanura levantada y ligeramente inclinada, o en una llanura de denudación subaérea.

Las corrientes fluviales "consecuentes deformativas" son aquellas que se producen en una superficie deformada o de deformación, e incluyen diversas clases, como las originadas sobre un simple domo, o sobre series de plegamientos anticlinales y sinclinales, así como las que se desarrollan sobre bloques inclinados afallados. En el caso del domo se tienen "consecuentes deformativas radiales"; en el de los anticlinales, "consecuentes deformativas transversales", que fluyen hacia los bordes de la estructura; y, en el de los sinclinales, "consecuentes deformativas longitudinales", que fluyen en el interior y a lo largo de los mismos.

Los ríos "consecuentes extendidos", que constituyen el segundo gran grupo de los "consecuentes", son corrientes de tipo más viejo, pero que se extienden a través de llanuras costeras nuevamente emergidas. Estas corrientes no se diferencian de las de tipo "originario", u originadas de nuevo en las llanuras costeras, salvo por su mayor volumen de agua y por su, naturalmente, mayor poder erosivo. "Cortan, —dice A. W. Grabau (1932),— más profundamente que las otras y se convierten en las corrientes maestras de sus respectivas regiones, dirigiendo en gran medida el desarrollo subsiguiente del sistema de drenaje". O. D. von Engel (1949), dice que "son consecuentes extendidos" de la llanura costera los que tienen sus fuentes en la tierra antigua^(*); sus cursos se extienden como "consecuentes", por los cauces de la antigua masa de tierra, y tienden a ser "consecuentes maestros". Esta parte más antigua de la corriente, que constituye precisamente la extensión, puede ser "simple" o "compleja", "monógena" o "polígena". Pueden entrar dentro de la clasificación de "consecuentes extendidas" las corrientes que se extienden a través de una llanura de deposición glaciárica, ambas "consecuentes originarias constructivas".

Los ríos "consecuentes heredados" son consecuentes superpuestos sobre un terreno complejo, que fluyen en una llanura costera bajo la que subyacen rocas complejas también, que controlan

(*) La parte de la masa terrestre que emergía sobre el nivel del mar, mientras los materiales de la llanura costera eran depositados en sus aguas.

“En muchas regiones, —manifiesta A. Holmes (1951), sobre este particular,— se hallan al descubierto rocas plegadas antiguas, que anteriormente estuvieron ocultas debajo de una cubierta discordante de formaciones sedimentarias posteriores. Los ríos iniciados en la cubierta, con una red apropiada a su estructura, acaban por excavar sus valles en las rocas subyacentes, manteniendo su cauce con escasa o ninguna relación sobre las estructuras bastante diferentes en que se encuentran. Como la cubierta es gradualmente eliminada por denudación, las rocas más antiguas van quedando al descubierto en una zona cada vez más extensa, cuya red fluvial se ha llamado “superpuesta” o “epigénica”, por haberse grabado sobre dicha superficie anterior, como “herencia” de la cubierta desaparecida”. Por esto, —añade F. J. Monkhouse, 1959,— “a veces, un sistema actual, puede aparecer como independiente

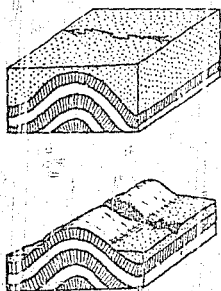


Figura 6.

Sobreposición del drenaje.

(Según M. Derruau).

de la estructura superficial, por haberse desarrollado originariamente sobre la superficie de rocas ahora removidas, drenaje que se llama “superpuesto”.

Los ríos “consecuentes” se distinguen de los “insecuentes”, por el hecho ya indicado de que los primeros fluyen en el sentido de la inclinación de la superficie, es decir, principalmente pendiente abajo, mientras los segundos no siguen pauta alguna; de los

ríos "desbordados" o de "inundación, por no tener en sus cabece- ras abastecimiento almacenado en un lago, por ejemplo; o proce- dente de la fusión de un glaciar, como en los "glaciáricos"; o bajo la superficie como en los ríos "subterráneos".

II.—Ríos insecuentes:

Los ríos "insecuentes", —segundo gran grupo de los "monó- genos"— se denominan así por seguir cursos "gobernados por os- curos factores o por el azar, que no se relacionan con ninguna circunstancia conocida" (O. D. von Engel, 1949). La palabra "insecuente" equivale a la de "inconsecuente", es decir, que "no es consecuente", o que no tiene consecuencia en su curso, y se emplea por oposición a la de "consecuente". Viktor Leinz y Josué Camar- go Mendes (1951), califican de "inconsecuentes" a "los ríos cuyos cursos huyen al control de cualquiera de las circunstancias cono- cidas y, ni son gobernados por la estructura de las rocas, ni corren a favor de la inclinación de las capas". "La palabra "insecuente" aplicada a un río, —comenta a este respecto von Engel (1949),— es simplemente la confesión de la incapacidad de determinar las condiciones de su existencia".

Para Dake y Brown (1925), las corrientes "insecuentes" se originan en terrenos cubiertos por rocas alternantes duras y blancas de escaso buzamiento, en cuyo caso, y por cubrir una sola formación extensas áreas, la pendiente que se inclina hacia el mar es casi igual a la pendiente inicial del terreno. Por ello, las corrientes tributarias al desarrollarse no encuentran en su camino diferencias notables de dureza, ramificándose en todas direcciones de modo igual y con pendiente suave. Las corrientes "insecuentes", cuya principal forma de desarrollarse es aguas arriba, en vez de aguas abajo, como las "consecuentes", según queda dicho, son a veces, difíciles de distinguir de éstas, sin embargo, cuando se des- arrollan en superficies erosionadas.

Los dos principales grupos de los ríos "insecuentes" son los "insecuentes de escarpa de erosión" y los "insecuentes de escarpa de falla".

Entre las corrientes de "erosión escarpada" se cuentan las que se desarrollan en las escarpas "marinas" y en las "lacustres"; en las escarpas "fluviales"; en las "glaciáricas"; en las "eólicas";

y. en las "artificiales". Entre las corrientes de "escarpa de falla" se encuentran las producidas por afallamientos y por desplomes o hundimientos locales, como las correspondientes a las "ollas tectónicas" o "cubetas glaciáricas" (kettle holes), o a los "surideros" o "dclinas" (sink holes) sobre cavernas, etc.

III.—Ríos subsecuentes:

Cerca de sus cabeceras, las corrientes "insecuentes" de las llanuras costeras pueden desarrollarse en terrenos bajos, paralelas al rumbo de los estratos y sobre rocas subyacentes más blandas. Tales ríos "insecuentes" alargados se denominan "subsecuentes", —palabra que resulta de la contracción de "subconsecuente", sometido o que sigue al "consecuente",— que en regiones jóvenes pueden ser de tipo "simple", pero que en la mayor parte de los casos se convierten en "compuestos", principalmente a través de capturas. Los "subsecuentes axiales" abren valles longitudinales sobre las crestas o ejes de los anticlinales y, por deslizamiento, ocupan los valles monoclinales. Según O. D. von Engel (1949), las corrientes "subsecuentes" son las más largas y las líneas dominantes del trena-je, "constituyendo la respuesta a la presencia de rocas y estructuras débiles, como producto de la relativamente muy rápida erosión de materiales poco resistentes". (Figs. 7 y 8).

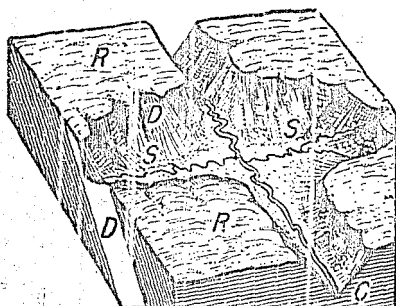


Figura 7.

Diagrama del desarrollo de valles subsecuentes. R, formaciones resistentes; D, formaciones débiles; S, corrientes subsecuentes; C, corriente consecuente.

(Según C. A. Cotton).

W. M. Davis (1923), usó la palabra "subsecuente" en sentido restringido y técnico para designar a "las corrientes que han crecido aguas arriba, por erosión regresiva, a lo largo de fajas de estructura débil, y también para las corrientes que habiéndose desenvuelto así en un ciclo, persisten en los mismos cursos en un ciclo siguiente". Según Dake y Brown (1925), los tributarios de los consecuentes "erosionan los estratos más blandos que afloran en

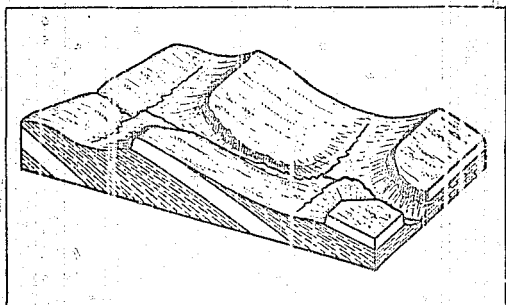


Figura 8.

Cuesta con depresión monoclinual y cortadura consecuente.

(Según E. de Martonne).

En el lugar donde la corriente corta la cuesta se forman valles de "cornisas", frecuentemente muy profundos. El buzamiento de los estratos es generalmente más agudo que la inclinación del thalweg, apareciendo la cornisa en el fondo encajado del valle; más abajo desaparece, y la sección se alarga en la capa blanda remontando la capa dura demasiado deprimida para ser alcanzada entonces por la excavación.

fajas paralelas y estrechas, dejando los más duros como divisorias de aguas. Dichos tributarios dependen de la subestructura, y por ello se los denomina "subsecuentes", originando una disposición paralela de crestas y de valles".

Refiriéndose a las corrientes "subsecuentes", P. Macar (1946) manifiesta que "si las irregularidades de las pendientes guían frecuentemente a las corrientes consecuentes, la presencia de zonas menos resistentes a la erosión conducen, por el contrario, a la for-

mación de otro tipo de cursos de agua: los "subsecuentes". Estas corrientes, cuya formación es, por lo general, más tardía que la de las consecuentes primitivas, fluyen en terrenos más débiles, que son causa de su formación. Es preciso indicar que la formación de una falla frecuentemente disloca las paredes encajantes, creando así una zona menos resistente, a lo largo de la cual podrán desarrollarse los ríos "subsecuentes". Así se explica que ciertos ríos sigan líneas de falla". Las corrientes "subsecuentes", —añade el citado autor,— "se desarrollan esencialmente aguas arriba".

"Donde las rocas se componen de capas alternativamente blandas y duras, —afirma por su parte A. Holmes (1951),— que buzan hacia el mar, como ocurre con frecuencia, el valle consecuente es estrecho y de laderas abruptas en los lugares en que atraviesa capas resistentes, —areniscas, calizas, lavas o miembros interestratificados,— y se abre y ensancha al atravesar afloramientos de rocas más débiles, —arcillas o pizarras arcillosas.— Un afluente que comienza en rocas blandas tiene mucha ventaja inicial. La erosión ascendente guía su desarrollo a lo largo de dichas rocas, paralelamente al rumbo del estrato. Estos afluentes se llaman "consecuentes".

IV.—Ríos resecentes:

Las corrientes fluviales "resecentes" son las que W. M. Davis (1906), identifica con aquéllas "que después de un desarrollo espontáneo separado, desde una consecuente original, vuelven a seguirla", es decir, según D. W. Johnson (1932) "una corriente que fluye en una dirección idéntica a la del drenaje consecuente, pero que se desarrolla en un nivel inferior, por ser posterior o más tardía que la de la pendiente inicial. Debe considerarse tal corriente como volviendo a "retomar" una dirección consecuente, —y de aquí su denominación de "reconsecuente", igual a "re(con)secuente", igual a "resecente".— Los elementos esenciales en el concepto de este tipo de corriente residen en el hecho del "renovado" desarrollo del drenaje en una dirección consecuente, después de haber adoptado por algún tiempo otra forma de drenaje, y en que este desarrollo renovado tiene lugar sobre un horizonte más bajo que en el que inicialmente se desenvolvió el drenaje".

El concepto de "resecuente" se presta a ciertas interpretaciones, un tanto diferentes a las anteriormente mencionadas, como ocurre con P. Macar (1946) y C. A. Cotton (1952). Mientras para el primero, son "los afluentes que siguen la pendiente estructural del "reverso" de las "cuestas", para el segundo, la formación del drenaje "resecuente" se desarrolla de la siguiente manera: "Con la erosión honda de rocas plegadas, posiblemente después de que ha sido removido un vasto espesor de material, durante, y posteriormente a una serie de sucesivos levantamientos, al ser eliminados los estratos que forman crestas subsecuentes en las primeras etapas de la erosión quedan expuestos los plegamientos de las rocas profundas, los cuales pueden ser paralelos, en un sentido general, con los de la superficie original. Desde luego, este caso se produce solamente en los distritos de plegamientos abiertos y simétricos, pero donde se manifiesta este tipo de estructura puede suceder que un estrato resistente plegado tenga tal relación con el nivel-base que, no obstante haber tenido en los comienzos del ciclo un drenaje de disposición subsecuente, heredado de un período de erosión anterior, como las rocas que sobreyacen al estrato son erosionadas, la corriente emigra por las pendientes de su superficie hasta una posición sinclinal, formando crestas entre las hileras de anticlinales intactos. Los valles sinclinales y las lomas anticlinales simulan rasgos consecuentes, pero desarrollados a partir de una configuración subsecuente del drenaje se denominan "resecuentes". Lomas y valles similares que han permanecido en posiciones anticlinales y sinclinales desde su iniciación no deben ser denominados "resecuentes", sino consecuentes, incluso después de haber sido removido un gran espesor de roca. Ejemplos semejantes se presentan en las montañas del Jura. En algunas montañas sud-africanas formadas por rocas plegadas muy antiguas, que han estado expuestas a la erosión durante un largo período, se observan prominentes lomas anticlinales y valles sinclinales para los que se ha supuesto un origen "resecuente".

V.--Ríos obsecuentes:

Las corrientes "obsecuentes" son consecuentes peculiares, a causa de su localización sobre la "escarpa" de una "cuesta", es decir, sobre su "frente", por lo que fluyen en dirección opuesta a los

consecuentes, cuyos cursos siguen la pendiente de la capa resistente, sobre el "reverso" de la "cuesta". Quedan incluidas en esta categoría de "obsecuentes" las corrientes que discurren sobre las escarpas de falla o sobre bloques inclinados. Caso especial de los "obsecuentes" lo constituyen los denominados por O. D. von Engeln (1949), "consecuentes invertidos", y también "corrientes contra el buzamiento", que son las que se extienden hacia abajo, cerca del consecuente capturado, y por la pendiente de la escarpa del codo de captura.

Para D. W. Johnson (1932), son corrientes "obsecuentes" las que fluyen "en una dirección opuesta a la del drenaje consecuente", de donde procede su nombre: "opuesta consecuente", "(p(uesta con)secuente", "obsecuente"; y para W. M. Davis (1895), las que "fluyen en dirección opuesta a la del buzamiento de los estratos, o de la inclinación de la superficie, en contraste con las consecuentes".

Su modo de originarse lo describe A. Holmes (1951), como sigue: "A medida que la corriente subsecuente, marchando al mismo paso que su consecuente, continúa ahondando su valle en las rocas blandas, su cauce se va desplazando gradualmente en la dirección del buzamiento, es decir, hacia el escarpado. Este último va retrocediendo constantemente, dejando una ladera de pendiente suave al otro lado del valle. El propio valle a medida que se ensancha y extiende, se transforma en tierra baja interior. Los pequeños afluentes que descienden por el escarpado se llaman cursos "obsecuentes". (Fig. 9-A, B, C, y D).

VI.—Ríos desbordantes:

Los ríos "desbordantes" o "desbordados", o de "inundación", constituyen aliviaderos de los cuerpos de agua, como los "efluentes", —"que salen", —de los lagos. Se agrupan en dos categorías principales; los "terminales", que conducen directamente las aguas de los lagos al mar, o hacia una corriente troncal o maestra que las lleva al mar, sin más lagos intermedios; y los "interlacustres", que desaguan un lago en otro. Las corrientes "desbordantes" o de "inundación" se caracterizan por su escasa o nula sedimentación, que queda toda dentro del lago. Buenos ejemplos de ambos tipos de corrientes fluviales los constituyen, respectivamente, los ríos San Lorenzo y Niágara.

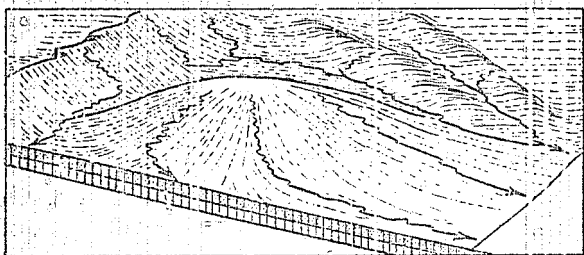


Figura 9-A.

Corrientes consecuentes fluyendo sobre diversas clases de pendientes constructivas.

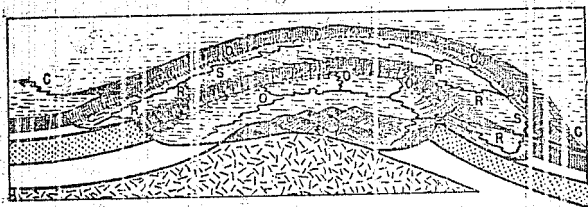


Figura 9-B.

Domo montañoso, con corrientes consecuentes, C; subsecuentes, S; obsecuentes, O; y, resecuentes, R.

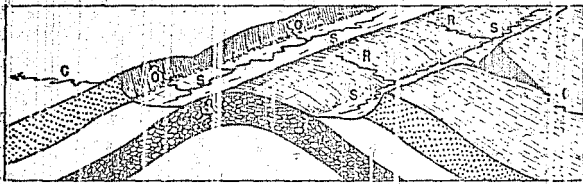


Figura 9-C.

Montañas plegadas, con corrientes consecuentes, C; subsecuentes, S; obsecuentes, O; y, resecuentes, R.

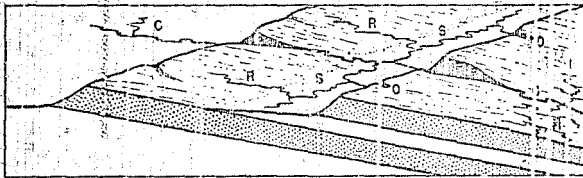


Figura 9-D.

Llanura costera, con corrientes consecuentes, C; subsecuentes, S; Obsecuentes, O; resecuentes, R; e insecuentes, I.

(Las cuatro figuras según A. K. Lobeck).

VII.—Ríos glaciáricos:

En los ríos "glaciáricos", su abastecimiento procede de la fusión de la masa de hielo de los glaciares, que facilitan también material detrítico. Las corrientes "glaciáricas" que se originan en el hielo mencionado, son corrientes sobre el hielo o "superglaciáricas", por cuyo motivo tienen el carácter de consecuentes, debiendo considerarse como el tipo extremo del grupo. En cambio, las corrientes "subglaciáricas", o debajo del hielo, son diferentes a todas las demás. "Su peculiar posición bajo la cubierta de hielo, —dice A. V. Grabau (1932),— sometidas a la presión hidrostática, las fuerza frecuentemente a fluir a través de obstáculos que una corriente normal no podría vencer, o a marchar contra la pendiente en una parte de su curso. Los cursos anormales de antiguas corrientes "subglaciáricas" están indicados por la posición de los "eskers" (*) que han construido. En muchos aspectos las corrientes "subglaciáricas" se asemejan a las subterráneas". (Fig. 10 y 11).

VIII.—Ríos subterráneos:

Los ríos "subterráneos" son de gran extensión y diversidad, y siguen diaclasas o juntas en los estratos de caliza, las que van ensanchándose hasta formar cavernas a lo largo de sus cursos y que, subsiguientemente van rellenándose con depósitos estalactíticos. Este drenaje "subterráneo" puede desarrollarse hasta la absorción completa del drenaje superficial, —como ocurre en la península de Yucatán,— dando lugar al peculiar paisaje de tipo "kárstico", tan característico de dicha región, así como de la parte occidental de la de los Ealcanes, el Jura, en Alemania, etc. (Fig. 12).

RIOS POLIGENOS.

Por lo que respecta a los ríos "poligenéticos", o "polígenos", W. M. Davis (1889 y 1890) los dividió en "mixtos", "compuestos", y "complejos".

Se denominan ríos "mixtos", los que "son de distintas edades

(*) Voz irlandesa con la que se designa una formación térrea, oblonga, en forma de rosario, compuesta por una serie de conos de deyección de torrentes de origen glaciárico, denominados "kames".

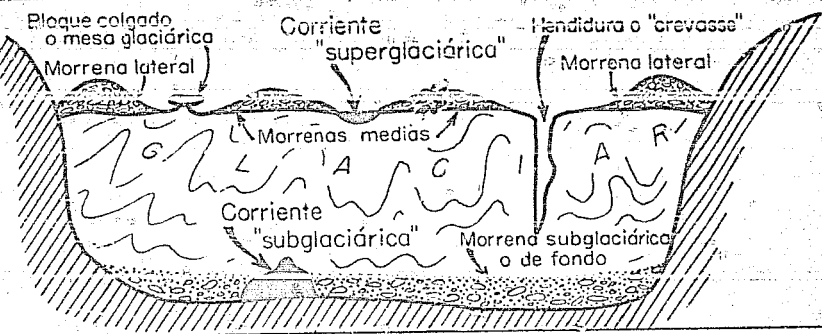


Figura 10.

Principales rasgos de un valle glaciario.

(Según F. J. Monkhouse).

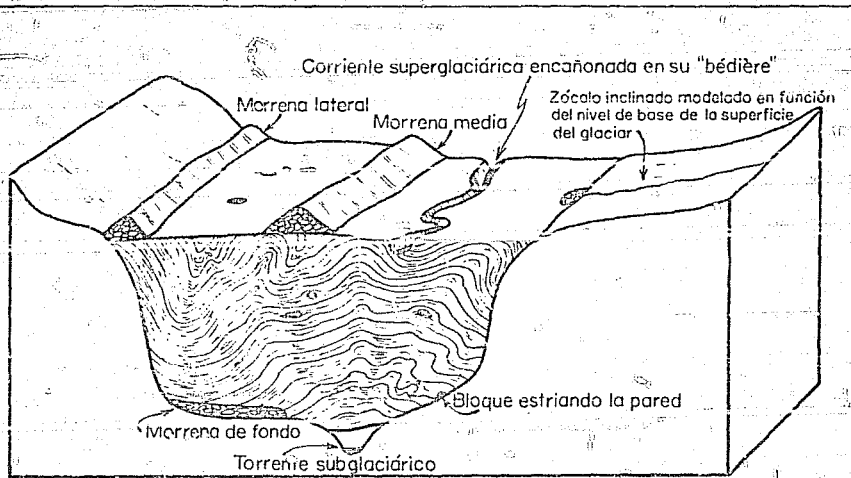


Figura 11.

Corte de una lengua glaciárica de tipo alpino.

Obsérvese la ausencia de morrena interna. El hielo solo contiene algunos bloques dispersos.

(Según M. Derruau).

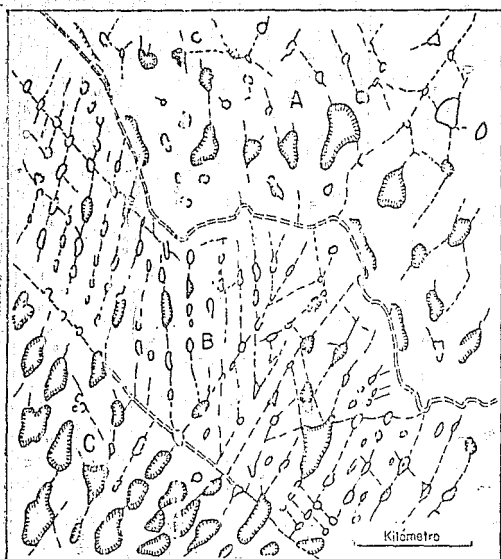


Figura 12.

Configuración de drenaje kárstico tropical

En el dibujo se muestran tres diferentes clases de caliza (A, B, C), con tres tipos de sumideros, dolinas o sink-holes, y fracturas de disolución. El canal superficial seco está controlado por fracturas. La línea divisoria angular entre los distintos tipos de caliza sugiere la existencia de contactos falla. (Según la Bataafsche Petroleum Maatschappij).

(De H. F. von Bandat).

en sus diferentes partes, como algunos que son viejos en sus cabezeras, en sus nacimientos en las montañas, y jóvenes en los cursos bajos, al atravesar las llanuras costeras, como ocurre con los "consecuentes extendidos" de la clasificación de A. W. Grabau (1932). Este término sería de aplicación a las corrientes que, por captura, han ensanchado su cuenca de drenaje a expensas de otras corrientes. Los "consecuentes extendidos", por razón de su mayor caudal de agua son aptos para convertirse en "mixtos" o, al menos, en sus principales ramas. El río Mosela, en Europa, es un

ejemplo de río "mixto", por captura de varias de las cabeceras del Meuse.

Ríos "compuestos" son aquéllos que "incluyen en sus cuencas, áreas de diferente estructura". Para aclarar este concepto, y el de río "mixto", hay que tener bien presente que en el caso de los "mixtos" se trata de "ríos", y en el de los "compuestos" se trata de "cuencas", pero como las diferentes estructuras afectan a las corrientes fluviales, modificando sus cursos, esta categoría de ríos poligenéticos es completamente válida. Así sucede que, un río consecutivo simple sobre una superficie destructiva (penillanura), o un consecutivo superpuesto sobre un terreno mucho más viejo y muy plegado, pueden fluir a través de regiones de diferente estructura en distintas partes, es decir, tener una cuenca de drenaje "compuesta", no obstante ser el río de carácter "simple".

Por último, ríos "complejos" son "los que han entrado en un segundo o posterior ciclo de desarrollo. La complejidad aumenta en el caso de que el río entre, localmente, en un nuevo ciclo, mientras las restantes partes del mismo permanecen relativamente sin cambio. En el sistema de drenaje del río San Lorenzo ocurre esto, considerado en conjunto, a causa de su variada historia geológica". El grado de complejidad sirve para estimar el número de ciclos por que el río ha pasado.

3).—CLASIFICACION SISTEMATICA DE LAS CONFIGURACIONES DEL DRENAJE.

Entre los autores que han estudiado con particular atención y acierto las relaciones entre la configuración del drenaje y las condiciones particulares del terreno, a través del análisis de las fotografías aéreas, merece lugar destacado Merle Parvis (1949), para quien la "configuración del drenaje" es "la manera o disposición con que una serie de corrientes tributarias se acomodan entre ellas mismas, dentro de una cuenca de drenaje dada".

Aclaran y fijan este concepto de "configuración del drenaje" algunas definiciones del mismo, que aunque posteriores cronológicamente a la de Merle Parvis, vienen a confirmarla en sus términos esenciales. Tal ocurre con la de W. D. Thornbury (1954), para quien la "configuración del drenaje" es "el plan o diseño particular que forman colectivamente los cursos individuales de agua", o

bien, según R. R. Hartman y K. N. Isaacs (1958), "la manera en que un área dispone del agua que escurre sobre ella". D. F. Lueder (1959), amplía más dicho concepto, en el que incluye algunos de los elementos que lo integran, al afirmar que es "la distribución o arreglo de las líneas de drenaje superficial y las del drenaje subterráneo poco profundo que cubren un área, con el detalle completo respecto a su densidad, orientación, uniformidad, plan, etc.". Más recientemente, V. C. Miller (1961), define la "configuración del drenaje" con referencia concreta y directa a los factores que lo determinan, cuando dice que es "el acomodamiento planimétrico de varias corrientes, las cuales se hallan, por lo común, ajustadas a ciertos controles topográficos, estructurales o litológicos".

Esta posibilidad de correlacionar los sistemas de drenaje por lo que a su forma se refiere, con rasgos y fenómenos naturales como los mencionados, ya había sido percibida por C. L. Dake y J. S. Brown (1925), al manifestar que "de la configuración del drenaje de una región se pueden obtener informes en relación con la estructura, aunque se carezca de datos geológicos", con lo que dichos autores apuntaban ya la utilidad del análisis de los tipos de drenaje en el reconocimiento mediante fotografías aéreas de regiones inexploradas, o sea, de aquellas de que se carece de información previa al respecto. Refiriéndose a esta posibilidad, H. T. U. Smith (1943), añadió que "es extraordinariamente importante como clave de la estructura geológica y de la historia geomorfológica".

Más adelante, el ya citado Merle Parvis (1949), perfila los anteriores asertos, al expresar que "el drenaje de una región se encuentra influido por factores tales como la "estructura de las rocas", la "textura del suelo", la "topografía", las "vías de agua artificiales", la "precipitación", "la vegetación", y la "evaporación". Como las vías de drenaje y las formas terrestres de una región existen juntas e interdependientes, los suelos y las rocas, en cuanto son partes integrantes de las últimas, influyen en la evolución y carácter de muchos ríos y corrientes tributarias, lo que conduce a la conclusión de que las configuraciones del drenaje pueden usarse para la identificación de suelos y rocas, sobre una base regional".

La misma opinión ya había sido mantenida por F. H. Lahee (1952), al expresar que "la configuración del drenaje, también llamada de los valles, depende de la "distribución de las rocas", de

la "actitud o posición de las rocas estratiformes", del "acomodamiento de las superficies de debilidad", como juntas y fallas, y de "otros rasgos estructurales". "Consecuentemente, —añade dicho autor,— puede usarse la configuración del drenaje como ayuda en la interpretación de las estructuras geológicas, así como para el estudio de las formas terrestres".

Esta relación ha sido reconocida ampliamente, y verificada con éxito, con posterioridad, entre otros por B. A. Tator (1954), para quien "los tipos de drenaje dependen principalmente del carácter "litológico" de las rocas subyacentes; de la "posición" de dichas rocas (ángulo de buzamiento, etc.); y de la "distribución y espaciamiento de los planos (o zonas) de debilidad litológica y estructural", encontrados por el escurrimiento". Igualmente D. P. Krynine y W. R. Judd (1957), estiman "que las configuraciones del drenaje son características de un suelo o roca dados, o de un complejo de varios materiales, y un cambio en el tipo de suelo o de roca generalmente es acompañado por un cambio en la configuración del drenaje".

Más recientemente, D. E. Lueder (1959), afirma que "la forma o configuración del drenaje puede indicar el origen y tipo de la roca que subyace en un área dada, bajo los detritos transportados o el suelo residual. Por otra parte, ciertas rocas tienen típicas configuraciones del drenaje que las lava, a causa de las características físicas, erosionales, y formacionales, de las rocas mismas. Tales configuraciones son verdaderas indicadores de los tipos de roca y de su origen". Dicho autor añade que "la configuración del drenaje desarrollada en los materiales de un área es principalmente una función de la infiltración del escurrimiento que caracterice a dichos materiales, la que a su vez depende de las características físicas de los materiales mismos, al menos para un régimen climático dado. Otras variables influyen también sobre la infiltración, como el tipo y la densidad de la cubierta vegetal; el contenido de humedad natural del suelo; la existencia de suelo congelado; el laboreo o cultivo del suelo; otras características del perfil del suelo, como su estructura o acomodamiento de sus partículas individuales; la composición mineral de los suelos o rocas; las condiciones geoquímicas especiales creadas por el complejo mineral-clima; y algunos efectos especiales físico-químicos como el cre-

cimiento, que es típico del perfil del suelo. Sin embargo, tales efectos se sobreponen casi siempre a los factores primarios de la textura y composición del suelo o roca, y es este otro factor el que, sobre relativamente largos períodos de erosión geológica y cambios climáticos, ha ejercido el efecto dominante sobre el desarrollo del escurrimiento, o configuración del drenaje superficial".

Los datos concretos que, en consecuencia facilitan la configuración del drenaje, son: cantidad de infiltración del escurrimiento; capacidad de infiltración; permeabilidad y textura de los materiales; extensión y localización de los materiales que tergan diferencias significativas; grado de uniformidad de los materiales; localización y extensión de los cambios; localización de los factores generales de control; existencia y, en caso positivo, profundidad de las rocas o del fondo rocoso duro; y, origen de las rocas subyacentes.

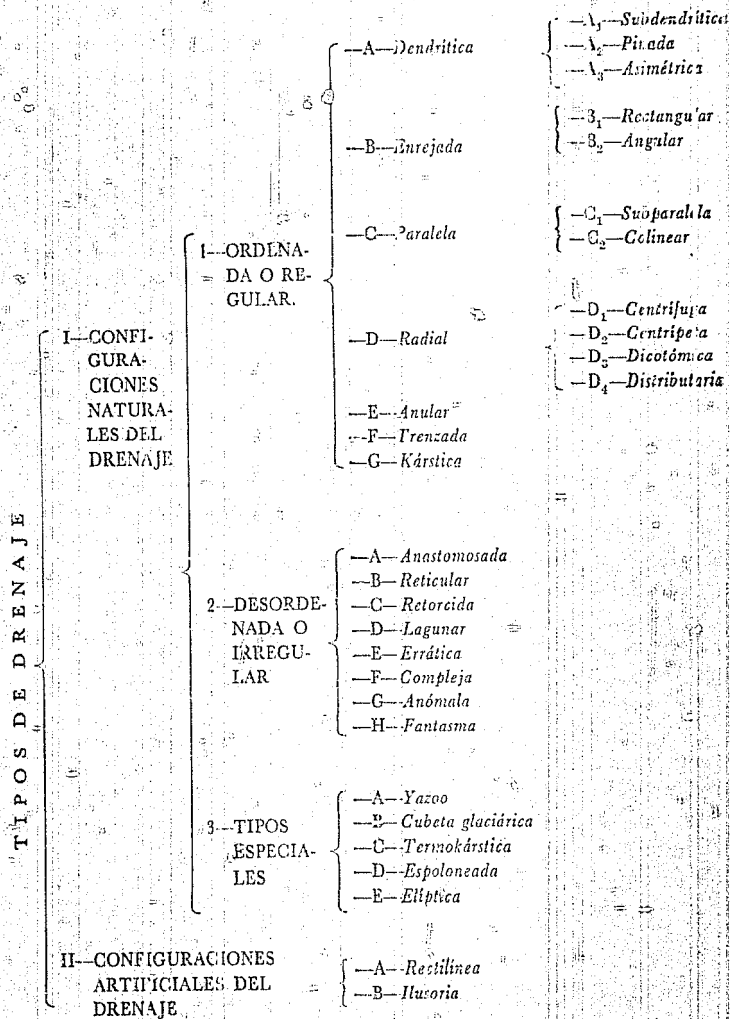
La clasificación sistemática de los tipos o configuraciones del drenaje ha sido llevada a cabo por diversos especialistas, tanto geógrafos como geólogos, fisiógrafos como geomorfólogos, intérpretes de fotografías aéreas casi todos. El número de unidades de la clasificación varía para cada uno de ellos, a causa de que mientras unos solo fijan su atención en los tipos fundamentales de configuración del drenaje, otros extienden su análisis a los subtipos de ellos derivados, inclusive hasta los más complejos. De esta manera, y para no mencionar nada más que a unos cuantos autores, citados cronológicamente, es posible ver que las categorías principales de las configuraciones del drenaje son, tres para Dake y Brown (1925); siete, para Lobeck (1939); tres, para Lahee (1941); ocho, para H. T. U. Smith (1943); diez, para von Engel (1949); treinta, para Merle Parvis (1949); once, para Thornbury (1954); ocho, para V. C. Miller (1951); seis principales con trece subsidiarios y especiales, para von Bandet (1962), etc.

Se puede, sin embargo, hacer una clasificación de las configuraciones del drenaje, dividiéndolas en dos grupos principales: "configuraciones naturales" y "configuraciones artificiales", incluyendo en la clasificación a éstas últimas, toda vez que al igual que las naturales aparecen en las fotografías aéreas con rasgos peculiares que se hace preciso identificar y clasificar.

El grupo de "configuraciones naturales" se puede subdividir, a su vez, en "configuraciones ordenadas o regulares", "desorde-

nadas o irregulares", y "configuraciones especiales" entendiéndose convencionalmente por regulares u ordenadas a aquellas que presentan características de relación espacial más definidas. Las "configuraciones especiales" corresponden a tipos muy particulares, y de perfiles muy marcados, del drenaje.

Los treinta y tres tipos resultantes se agruparían así:



El grupo de las "configuraciones regulares" contiene, para las tres primeras categorías fundamentales, varias unidades subordinadas, derivadas de las principales, por modificación de los elementos constitutivos de las mismas. Las configuraciones de este grupo primero son las básicas y, por lo tanto, admitidas por casi todos los especialistas. Las demás corresponden a las clasificaciones de diversos autores, especialmente a la de Merle Parvis (1949), aunque muchos de sus tipos secundarios no se encuentran bien caracterizados del todo.

El análisis de los acomodamientos y repeticiones, más o menos típicos de estas configuraciones del drenaje, ha revelado significativas relaciones entre estas formas de redes fluviales y los suelos, rocas y estructuras de las mismas, sobre las que aquí ellas se desarrollan. Conviene aclarar, no obstante, —siguiendo el consejo de P. G. Worcester (1949),— que "el control estructural del drenaje, tan definido en la madurez topográfica, pierde gran parte de su importancia en la vejez. Pueden subsistir entonces lomas bajas o sumideros rellenos de rocas resistentes, pero reducidos por la erosión, mientras las corrientes fluviales tienden a formar llanuras a través de los estratos inclinados de diversa resistencia".

El análisis de la clasificación sistemática de las "configuraciones del drenaje", tal como se presenta en el cuadro anterior, es el siguiente:

I.—Configuraciones naturales del drenaje.

1.—Configuraciones ordenadas o regulares.

A.—Dendrítica.

Se denomina también "arborescente", por parecerse en su desarrollo a la configuración de un árbol, de donde le viene su nombre, del griego "dendron", árbol. Es, desde luego, la más común de todas las configuraciones del drenaje. (Fig. 13).

En este sistema, la corriente principal corresponde al tronco del árbol, las secundarias o tributarias a las ramas del mismo, y las de menor categoría a las ramitas y hojas. Al igual que en el

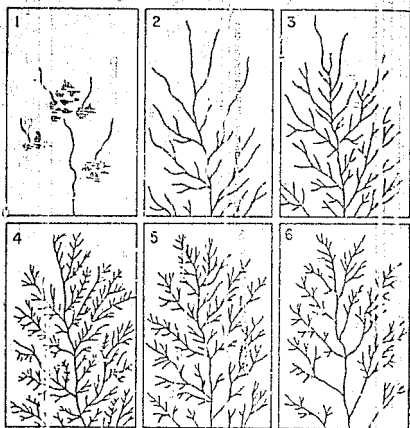


Figura 13.

Etapas ideales en el desarrollo de un sistema de drenaje dendrítico. 1, Iniciación. 2, Alargamiento. 3, Elaboración. 4, Extensión máxima. 5 y 6, Etapas de integración

(Según S. W. Wooldridge y R. S. Morgan)

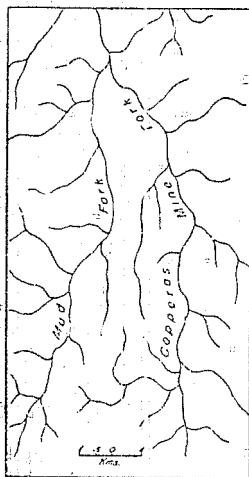


Figura 11-A.

Configuración dendrítica de drenaje, Holden, Virginia Occidental.

(Según O. D. von Engel).

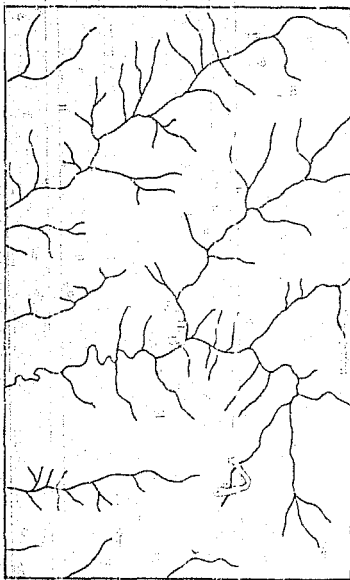


Figura 14-B.
Configuración dendrítica, Virginia.
(Según W. D. Thornbury).

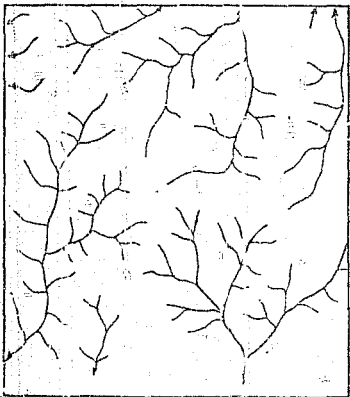


Figura 14-C.
Drenaje de configuración dendrítica
en rocas horizontales, Virginia Occidental.
(Según A. K. Lobeck).

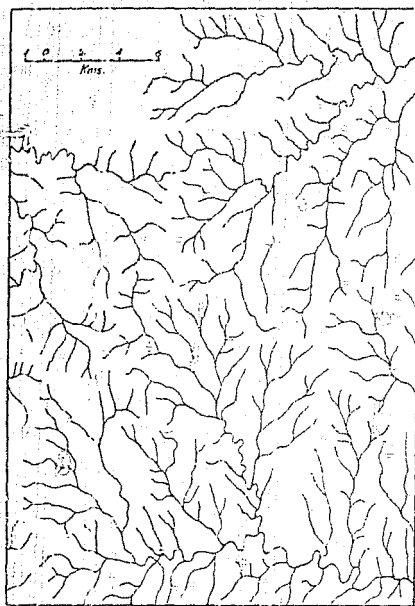


Figura 14-D.

Drenaje de configuración dendrítica, característico de regiones madurantemente disecadas en la zona Allegheny-Cumberland, Mannington, Virginia Occidental.

(Según V. C. Finch y G. T. Trewartha).

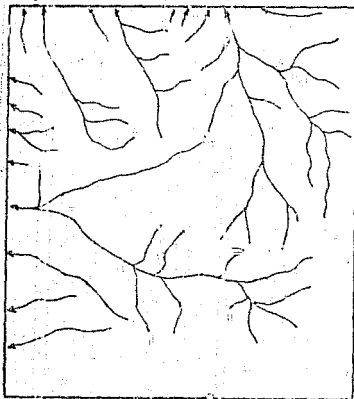


Figura 14-E.

Drenaje de configuración dendrítica en rocas cristalinas, Montañas Rocosas.

(Según A. K. Lobeck).

árbol, las ramas formadas por las corrientes tributarias se distribuyen en todas direcciones sobre la superficie del terreno, y se unen a la principal o corriente troncal, formando ángulos agudos de diversa graduación, sin llegar nunca, por lo corriente, al ángulo recto. La presencia de la confluencia de dos o más corrientes en ángulo recto, dentro de una configuración "dendrítica", constituye precisamente la evidencia de una anomalía que debe atribuirse, por lo general, a fenómenos tectónicos. (Fig. 14-A, B, C, D y E).

Esta configuración tiene lugar "allí donde la estructura rocosa no interfiere el libre desenvolvimiento fluvial" (P. E. James, 1935), y por lo tanto, presupone la presencia de rocas de composición homogénea, y la ausencia de rasgos estructurales. Principalmente se produce este tipo de drenaje en rocas sedimentarias homogéneas casi horizontales, como en muchas llanuras ocurre, o en rocas ígneas macizas, como las graníticas. También se halla en rocas horizontales estratificadas, aunque tengan algunas variaciones en su composición, siempre y cuando todos los estratos ofrezcan el mismo grado de resistencia al intemperismo y a la erosión.

No obstante, también se puede encontrar la configuración "dendrítica" sobre rocas sedimentarias plegadas, si se presenta esa condición de tener igual dureza en todas sus capas. Igualmente, y por la existencia de dicha cualidad, puede presentarse esta configuración en rocas metamórficas cristalinas, ya que el metamorfismo intenso borra las diferencias de resistencia de los distintos sedimentos.

La homogeneidad en todos sentidos de las rocas que se encuentran dentro de un área de configuración "dendrítica", hace que las corrientes que se inician sobre su superficie tomen la dirección de la inclinación de la pendiente, de forma que los ríos "dendríticos" troncales son "consecuentes" inicialmente. (Fig. 15). A su vez, la falta de irregularidades, de ondulaciones abruptas superficiales, hace que las corrientes "dendríticas" tributarias que se vayan formando, se extiendan arbitrariamente por toda el área, al no encontrar obstáculos importantes en sus cursos, por lo que éstos son, genéricamente, "insecuentes". Existe, pues, una correlación estrecha entre la configuración "dendrítica" del drenaje y el tipo genérico "consecuente" inicial.

En opinión de P. G. Worcester (1949), esta configuración de

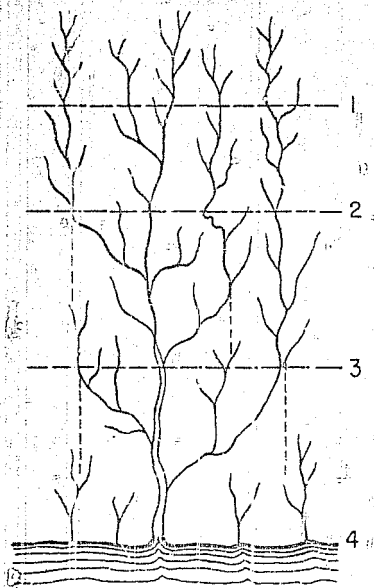


Figura 15.

Tendencia a la concentración de drenaje.

1 a 4: cursos sucesivos.

(Según P. Macar).

drenaje, "cuando se halla bien establecida, asegura una relativamente rápida erosión de las rocas homogéneas de la región; el lavado de las pendientes de un modo uniforme; la acumulación directa de los materiales en los canales de las corrientes; y el continuo rebajamiento de las áreas divisorias de las corrientes".

A₁.—Subdendrítica.

Constituye una modificación de la configuración "dendrítica", que muestra un menor control de la pendiente sobre los tributarios de segundo y tercer orden, entendiéndose por tributarios de primer

orden a aquéllos que logran formar barrancas o cárcavas en la superficie del terreno, (Fig. 16). Como es natural, se asemejan mucho a las corrientes "dendríticas", y son el resultado de fluir dichas corrientes desde áreas de materiales poco resistentes a otras con ligero control estructural.

A₂.—Finada.

Modificación también del tipo "dendrítico". Los tributarios de segundo orden se encuentran acomodados entre sí de una manera más o menos paralela, indicando este paralelismo la existencia de una pronunciada pendiente, poco común y casi uniforme. Los tri-

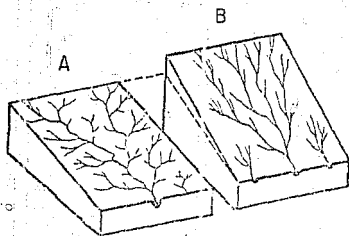


Figura 16.

Desarrollo del drenaje insecuente (dendrítico) y subdendrítico sobre rocas homogéneas. A, en pendientes suaves; B, en pendientes pronunciadas. (Según P. G. Worcester).

butarios de primer orden se encuentran algo más espaciados, y a ellos se juntan los de segundo orden en ángulo agudo, que a veces se aproxima al ángulo recto, tal como ocurre con las ramas del pino, o con las plumas, de donde proviene el nombre de "plumada", que también se aplica a esta configuración de drenaje. (Fig. 17).

A₃.—Asimétrica.

La asimetría puede referirse a cualquier configuración de drenaje, pero con más frecuencia corresponde a la configuración "den-

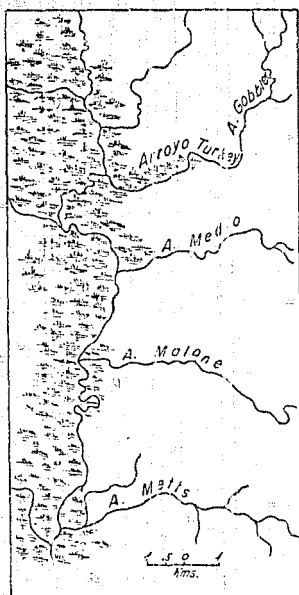


Figura 17.

Configuración pinada de drenaje, Hoit, Florida.

(Según O. D. von Engeln).

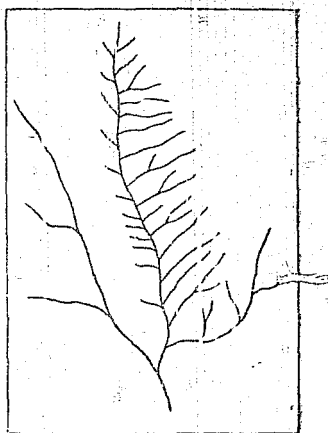


Figura 18.

Configuración asimétrica de drenaje.

(Según Merle Farvis).

drítica", por cuyo motivo este tipo constituye una modificación de la misma.

Consiste la "asimetría" en que tiene más tributarios en el lado o vertiente de mayor gradiente, que en la vertiente menos inclinada. Con frecuencia se asemeja a un peine, de donde recibe la denominación de "pectiniforme". (Fig. 18).

B.—Enrejada.

Se la designa también con el nombre de "emparrada", por su parecido con la figura que forma una parra en el enrejado de un jardín o parral. Esta configuración de drenaje se debe al "ajustamiento" o "acomodamiento" del mismo a la estructura, y es carac-

terística de rocas muy plegadas y con agudo buzamiento, cuyo marcado control refleja, "excepto, posiblemente, por lo que se refiere a la corriente troncal" (W. D. Thornbury, 1954).

Se tipifica esta configuración, —según H. T. U. Smith (1943), "por largos tributarios primarios, más o menos paralelos y de recto trazado, con cortos tributarios secundarios que se juntan a los anteriores formando con ellos toscos ángulos rectos". Las corrientes troncales suelen fluir transversalmente, con relación a los tributarios primarios, pero en otros lugares pueden ser subparalelas a ellas.

Este sistema de corrientes subparalelas se desarrolla generalmente alineándose éstas a lo largo del rumbo de los estratos de las formaciones, o entre rasgos topográficos paralelos, depositados recientemente por el viento, como dunas de arena, o por el hielo, como los "drumlins" (*), —aunque en estos casos particulares, la configuración "enrejada" del drenaje tiene muy poco que ver, o nada, con la estructura de las rocas subyacentes.— Las corrientes principales de esta configuración "enrejada", se doblan casi en ángulo recto para cruzar las alineaciones de crestas o lomas, encontrándose también en ángulo recto los tributarios primarios con relación a los principales, por lo común, y juntándose con ellos igualmente los tributarios secundarios en ángulo recto, después de seguir estas corrientes secundarias un curso paralelo a las maestras o principales.

El control estructural del drenaje se debe a la desigual resistencia de los estratos inclinados, y a que afloran en fajas estrechas y paralelas, por lo que los tributarios, al erosionar las capas más blandas, respetando las más duras, que quedan como divisorias de aguas entre las anteriores, originan una disposición paralela de crestas, formadas por las rocas resistentes, y valles constituidos por las rocas débiles.

Un tipo particular de configuración "enrejada" de drenaje se origina cuando se presentan fallas paralelas, bien por el hundimiento de bloques paralelos o como resultado de la erosión a lo largo

(*) Voz irlandesa con la que se designa una formación glaciática constituida por morrenas, y que tiene forma de montículo elíptico, cuyo eje mayor es paralelo a la dirección del avance o retroceso de los hielos, es decir, al eje del antiguo glaciar. Suelen formar series paralelas, de hasta 100 metros de altura, un kilómetro de anchura y cinco de longitud.

de zonas fraccionadas, denominándose por ello "enrejado de falla". "Este tipo es, sin embargo, menos intrincado y más estrechamente espaciado, por lo corriente, que el resultante de pronunciados plegamientos de estratos duros y blandos alternantes" (Dake y Brown, 1925).

Se produce también esta configuración entre series de "grabens" y "horsts" alternantes; si el drenaje se encuentra menos estrechamente espaciado que el que se desarrolla en estratos inclinados duros y blandos, el drenaje de los bloques entre las fallas muestra una tendencia hacia la configuración dendrítica. Esta tendencia se acentúa a medida que el ciclo fluvial se desarrolla en la región, hacia la madurez completa o hacia la vejez, en cuyo caso las corrientes "enrejadas" comienzan a serpentear en amplios meandros, esfumándose así la configuración "enrejada" original.

Igualmente se origina esta configuración "enrejada" de drenaje en las crestas de los anticlinales, pues "a causa de su posición elevada y, parcialmente, a causa del fracturamiento durante el proceso de plegamiento, las crestas de los anticlinales son más vigorosamente atacadas por los agentes destructivos, que las áreas adyacentes. Entonces, tan pronto como la erosión ha cortado a través de un estrato más duro, dentro de uno blando en la cresta del pliegue, se tenderá a la formación de un valle longitudinal a lo largo del eje del anticlinal, fluyendo el drenaje hacia afuera, a través de una abertura labrada en el estrato duro lateral del anticlinal. Este proceso se verificará de un modo general en toda el área plegada, con corrientes longitudinales tanto en los anticlinales como en los sinclinales, y con corrientes cruzadas casi en ángulo recto con ellas, o transversales, rompiendo a través de las capas duras. Por el proceso de "piratería fluvial" son eliminadas las más pequeñas corrientes transversales, quedando la configuración del drenaje constituida por unas pocas corrientes troncales, las cuales podrán romper "boquillas" (water gaps), a través de las crestas de rocas duras. Sin embargo, una gran proporción de los tributarios e incluso grandes secciones de las corrientes principales, que ocupan los valles subsecuentes, paralelos a las estructuras de las rocas, romperán también a través de ellas en ángulos rectos ocasionales o en sectores transversales, dando lugar a la configuración "enrejada" (Dake y Brown, 1925). (Figs. 19-A, B, C, D y E).

Para darse esta configuración "enrejada", se combinan, —se

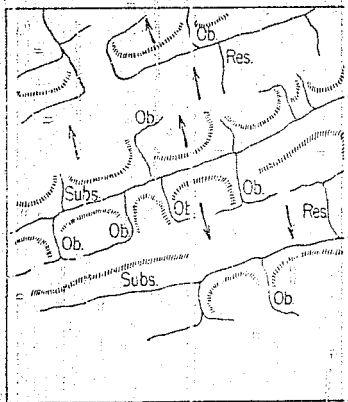


Figura 19-A.

Drenaje de configuración enrejada o emparrada en rocas plegadas, Pennsylvania.

(Según A. K. Lobeck).

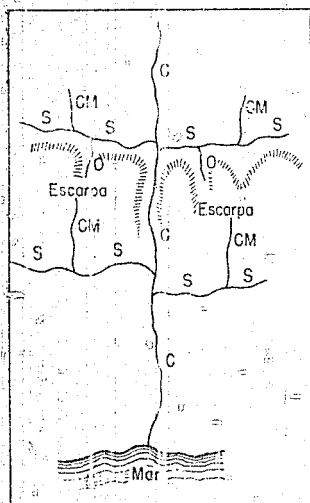


Figura 19-B.

Corrientes fluviales consecuentes, subsecuentes, y obsecuentes.

(CM=consecuente menor)

(Según N. K. Horrocks).

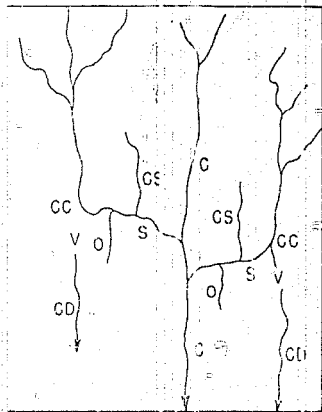


Figura 19-C.

Configuración enrejada de drenaje

CS=Consecuente secundario.

CD=Consecuente decapitado.

CC=Codo de captura.

V=Ventana o collado divisorio.

(Según F. J. Monkhouse).

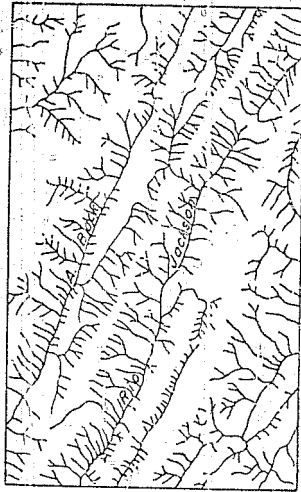


Figura 19-D.

Configuración enrejada de drenaje, Monterrey, Virginia.
(Según W. D. Thornbury).

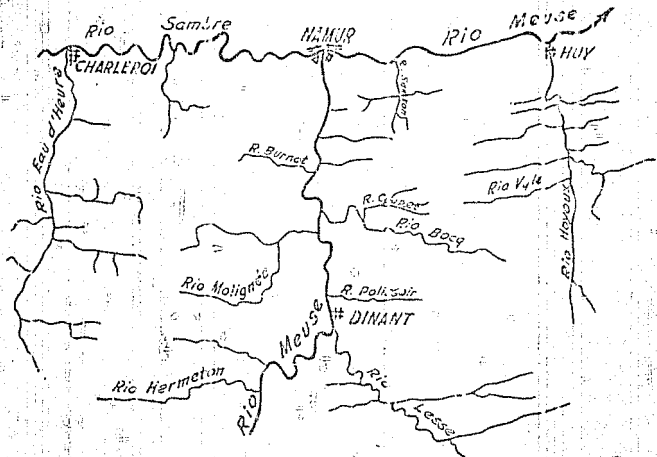


Figura 19-E.

Red hidrográfica enrejada, de Entre-Sar bre et Meuse y de Condroc,
Bélgica. (Según P. Macar).

Figura 19-E.

En Bélgica, el río Meuse, desde Givet a Namur, así como el Eau d'Heure, y el Hoyoux, son corrientes consecuentes, restos de la primitiva red formada sobre la cubierta de terrenos terciarios que recubren la región. Sus cursos son sensiblemente perpendiculares a la dirección de retirada de las corrientes oligocénicas, en función de las cuales se han generado. Esta dirección es poco más o menos paralela al rumbo de los pliegues. Las corrientes secundarias, subsecuentes, (Vyle y afluentes vecinos del Hoyoux) y, más frecuentemente, algunos tramos subsecuentes (Bocq, Hermeton, Molinee, son aproximadamente perpendiculares a los cursos de agua principales. Los cursos de agua subsecuentes siguen las zonas esquistosas o calcáreas, mientras que las fajas de areniscas, más duras, en general solo son atravesadas perpendicularmente por cortos ramales.

gún A. K. Lobeck (1939), tres tipos de corrientes genésicas, a saber:

a) Las corrientes más largas, que siguen los afloramientos de las rocas más débiles, y que son corrientes "subsecuentes".

b) Los tributarios de cada lado, que son "obsecuentes" o "resecuentes", dependiendo ello de que fluyan en oposición, o en concordancia con el buzamiento de los estratos, debiéndose las corrientes transversales en tal área, probablemente, a "sobreposición".

Según A. Holmes (1952), esta configuración fluvial "es rectangular, formada por cursos de agua "consecuentes", paralelas al buzamiento de los estratos, y corrientes "subsecuentes", paralelas al rumbo de los mismos".

En algunas regiones de buzamiento homoclinal, el drenaje "enrejado" degenera en "paralelo".

La configuración "enrejada" se desarrolla muy bien en los plegados Apalaches, desde Nueva York a Alabama, donde alternan estratos duros y blandos, y en menor escala en el frente de la sierra de Colorado, donde también alternan estratos de dichas clases con buzamiento muy pronunciado; en las montañas del Jura, en Francia, y en las costas meridionales de Inglaterra, etc.

B₁.—Rectangular.

Esta configuración es una modificación de la "enrejada" y se caracteriza por violentos cambios rectangulares en el curso de las

corrientes fluviales, tanto de las principales como de las tributarias.

Esta disposición rectangular es una consecuencia de la configuración de los sistemas de juntas o diaclasas, y de fallas, como ocurre en las areniscas Potsdam, de Nueva York, en Ausable Chasm, estratificadas horizontalmente, así como en las montañas Adirondacks, en las que los bloques montañosos tienen una configuración de tablero de ajedrez, ajustándose los valles a las fallas y juntas. Este sistema se desarrolla igualmente muy bien a lo largo de las costas de Noruega. (Fig. 20-A, B y C).

La configuración "rectangular" se encuentra afectada localmente, en ocasiones, por la diferente composición de estratos horizontales.

Para P. G. Worcester (1949), este tipo de drenaje "es el desarrollado en una región madura sobre estratos plegados. Las tributarias alcanzan a las corrientes principales en ángulos rectos, y también las tributarias de tributarias alcanzan a éstas en ángulo

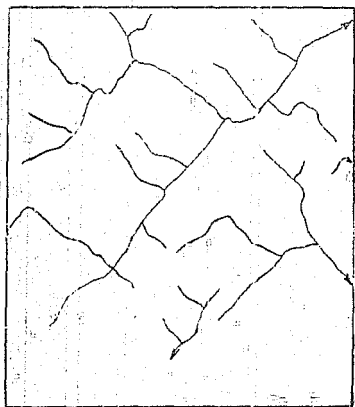


Figura 20-A.

Drenaje de configuración rectangular
en rocas cristalinas con diaclasas, en las
Montañas Adirondacks.

(Según A. K. Lobeck).

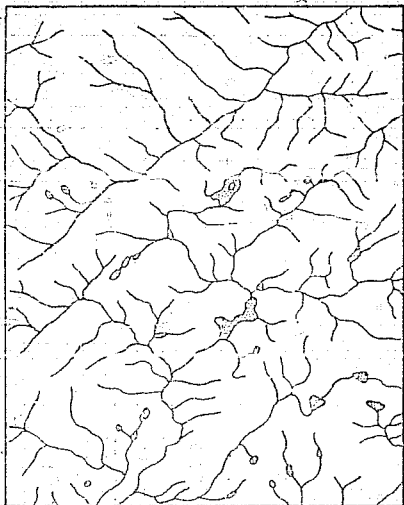


Figura 20-B.
Drenaje rectangular, Elizabethtown,
Nueva York. (Según W. D. Thornbury).

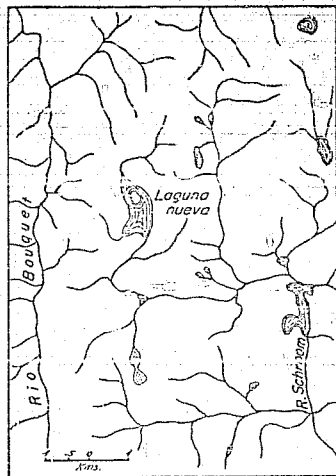


Figura 20-C.
Configuración rectangular de
drenaje, Elizabethtown, N. Y.
(Según O. D. von Engel).

recto, a causa de la influencia del control de la estructura de las rocas". Para este autor, la configuración enrejada viene a ser, inversamente a lo indicado antes, una variedad de la rectangular. H. T. U. Smith (1943), estima que la diferencia entre ambas reside en ser más regular el tipo enrejado, puesto que el rectangular tiene tramos rectos cortos, en vez de largos como el enrejado, y con numerosos y abruptos cambios de rumbo. Por juntarse las corrientes en ángulo más o menos recto, pero a veces también, en ángulos agudos y hasta obtusos, dicho tratadista opina que su denominación de "angulada" o "angulosa", sería más apropiada que la de "rectangular".

En muchas regiones de drenaje dendrítico, puede observarse una oscura tendencia hacia el "rectangular".

"Aunque los geólogos se inclinan, —dice W. D. Thornbury (1954),— a otorgar indebida importancia al sistema "rectangular" de drenaje, a causa del control del mismo por juntas y fallas, es cierto, sin embargo, que localmente pueden determinar estos accidentes tectónicos la existencia de corrientes fluviales".

B.—Angular

Constituye otra modificación de la configuración "enrejada", asemejándose a la "rectangular", su derivada, pero diferenciándose de ella porque las tributarias se unen a las corrientes principales formando ángulos agudos, y no rectos.

Al igual que la configuración "rectangular", la "angular" o "angulada" refleja la influencia sobre el drenaje de los sistemas de juntas o diaclasas de las rocas.

C.—Paralela.

"La configuración de drenaje es llamada "paralela" cuando las corrientes sobre un área considerable o en un número sucesivo de casos fluyen casi paralelas unas a otras" (O. D. von Engel, 1939), por cuyo motivo se la denomina también de "cauda equina" o "cola de caballo" (horse's tail). (Merle Parvis, 1950).

Este tipo de drenaje se localiza donde hay pendientes pronunciadas, o donde existen controles estructurales que motivan un espaciamiento regular, casi paralelo, de las corrientes fluviales, e implica, —según O. D. von Engel, 1939,— "pronunciadas pendientes regionales, o pendientes producidas por rasgos topográficos pa-

rales, como una superficie glaciárica remodelada, del tipo de "drumlins", o control de estructuras paralelas plegadas o afalladas.

Ocasionalmente, fallas paralelas pueden originar crestas y valles paralelos, con el consiguiente drenaje de configuración "paralela", en diversas formas.

En general, aguas abajo de los frentes montañosos, si no se encuentran controlados por otros rasgos estructurales, los valles consecuentes no mostrarán, probablemente, los cambios de curso en ángulo recto tan comunes en la configuración enrejada, y se desarrollarán paralelamente, descendiendo por las pendientes de los macizos de las montañas. Se asemejan estas corrientes a las de tipo enrejado, pero no deben confundirse con ellas. (Fig. 21-A, B y C).

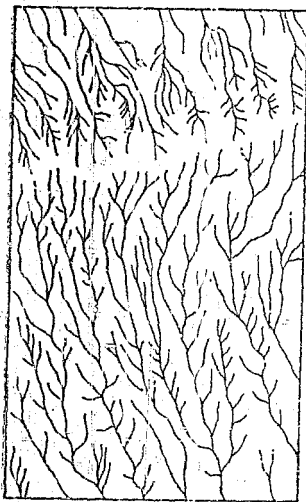


Figura 21-A.

Configuración paralela, Parque Nacional de Mesa Verde, Colorado.
(Según W. D. Thornbury).

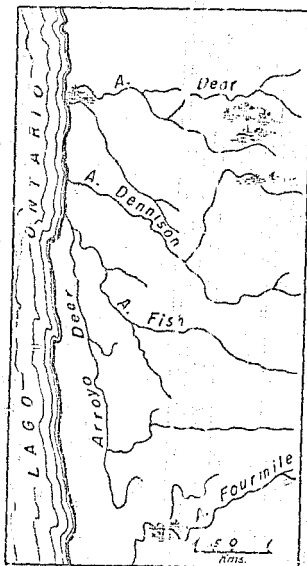


Figura 21-B.

Drenaje de configuración paralela, Macedonia, N. Y.
(Según O. D. von Engeln).

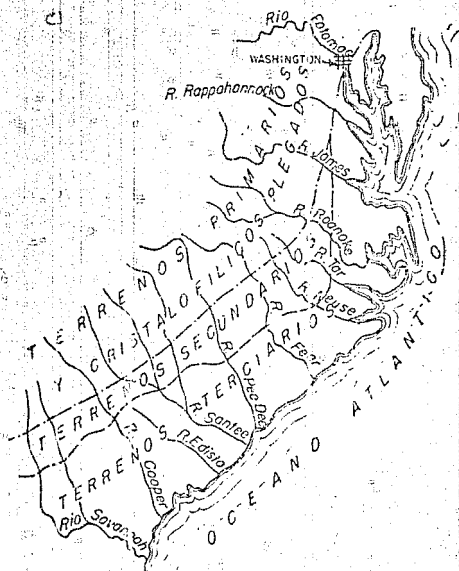


Figura 21-C.

Red hidrográfica consecuyente y paralela de la llanura costera oriental de los Estados Unidos.

(Según P. Macar).

C₁.—Subparalela.

Es una modificación de la configuración "paralela", en la que las corrientes fluviales asemejan la disposición de las ramas de algunos árboles, como los álamos de Lombardía, pero "carece de la regularidad de la configuración paralela" (E. R. Zernitz, 1932).

C₂.—Colinear.

Constituye este tipo de drenaje otra modificación y variedad de la configuración "paralela", estando formada por corrientes más o menos paralelas y alternadamente superficiales y subterráneas.

Este tipo es característico de determinadas regiones y sus corrientes son intermitentes, que fluyen sobre áreas formadas por materiales porcosos y con cursos aproximadamente rectilíneos.

D.—Radial.

Denominada así, porque las corrientes fluviales se encuentran dispuestas como los rayos o radios de una rueda, con relación a un punto central.

Este término puede también referirse, —según R. E. Horton (1945), —a un grupo de configuraciones de drenaje originadas en un punto común, forma que con frecuencia ofrecen los sistemas de cerros aislados.

D₁.—Centrífuga.

Una de las dos principales clases de configuración "radial" del drenaje, que se desarrolla en domos, conos volcánicos, y en otros tipos de estructuras aisladas cónicas o subcónicas.

En el tipo "radial centrífuga" las corrientes fluviales son del tipo genésico "consecuente", y divergen desde un punto o área central, elevado.

Para W. D. Thornbury, (1954), este tipo de configuración es la única "radial".

Refiriéndose a ellas, H. T. U. Smith (1943), llama la atención sobre su importancia en la técnica de identificación de las imágenes fotográficas aéreas, cuando dice que "en un área relativamente llana, los domos enterrados pueden inducir a la formación de una configuración radial del drenaje. Si las corrientes radiales intersectan fajas concéntricas de rocas duras y débiles, esta configuración debe estimarse como evidencia sustancial de haberse producido dicho levantamiento dómico". Y, en efecto, ha sido posible localizar tardíamente en las fotografías aéreas, por medio de este rasgo, numerosos domos salinos en la costa del Golfo de México, tanto en los Estados Unidos como en México, aunque la casi totalidad ya habían sido descubiertos previamente por métodos geofísicos. A estas localizaciones de domos salinos por medio de la identificación del drenaje "radial" combinado con el "anular", se refieren F. A. Melton (1944), y C. De Blieux (1949). (Fig. 22-A, B y C).

D₂.—Centrípeta.

Es el tipo de configuración "radial" que sigue en importancia a la "centrífuga", de la que se diferencia tan sólo por converger las

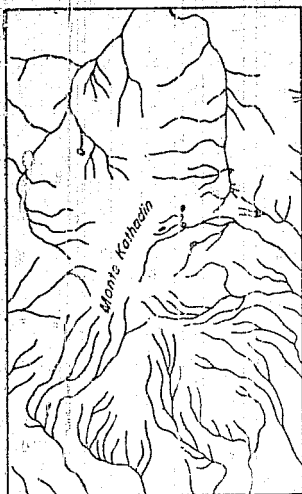


Figura 22-A.

Configuración radial de drenaje, Monte Kathadin, Maine.
(Según W. D. Thornbury).

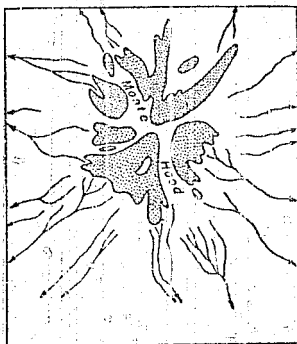


Figura 22-B.

Drenaje de configuración radial sobre un volcán, Monte Hood, Oregon.
(Según A. K. Lobeck).



Figura 22-C.

Configuración radial de drenaje en los Montes San Juan, Colorado.
(Según V. C. Finch y G. T. Trewartha).

corrientes en un punto o zona central, por lo que también se llama "concéntrica", en vez de diverger, y en que, en lugar de tratarse de un área elevada, en este caso se trata de un área baja o hundida. En esencia, pues, son iguales ambas configuraciones, puesto que en las dos las corrientes fluyen radialmente, variando sólo el sentido de la fluencia.

Se presenta esta clase de configuración "centrípeta" del drenaje, que es también "consecuente", cuando las corrientes confluyen en una depresión central topográfica, en una cuenca estructural, o en cráteres volcánicos, "sumideros" u otras estructuras semejantes.

Para R. E. Horton (1945), esta clase de configuración queda limitada al caso en que "la línea divisoria de aguas tiene la forma aproximada de un arco de círculo, y la superficie interna o de la concavidad es pendiente, e incluso pendiente pronunciada; enton-

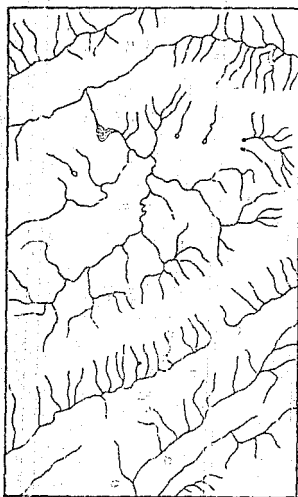


Figura 23.

Configuración centrípeta - enrejada - kárstica, Burkes Gardens, Virginia.
(Según W. D. Thornbury).

ces, los tributarios de los lados opuestos de la cuenca entran en la corriente principal, aproximadamente en el mismo punto". Esta limitación de la definición de este autor, se debe a que a las configuraciones aquí consideradas como "centrípetas", él les clasifica como "radiales", mientras que su calidad de "centrípeta" corresponde a un caso particular del tipo "dicotómico" de la clasificación que se describe.

La configuración "centrípeta" es frecuente, y la denominación puede también aplicarse a un grupo de configuraciones de drenaje que convergen en un punto común. (Fig. 23).

D₃.—Dicotómica.

Esta configuración genéricamente "consecuente" constituye una modificación del tipo "radial", que bien puede calificarse de "semi-radial". Su denominación proviene de "dicotomía", que significa bifurcación o división en dos partes, por lo general, radialmente, como sucede con las corrientes fluviales en los "abancos aluviales", cuyo rasgo tipifican, según Finch y Trewartha (1949). (Fig. 24).

Los autores norteamericanos denominan a estas corrientes "dicotómicas" que se pierden en el rellero de los valles, "anabranches".

D₄.—Distributaria.

Puede calificarse también de "semi-radial" a esta configuración del drenaje, con referencia al tipo "radial" que modifica.

Corresponde esta denominación a las corrientes, genéricamente "consecuentes", que se acomodan en los deltas fluviales en forma de "pata de ave" (bird's foot), es decir, a aquéllas que penetran dentro del mar radialmente, como los dedos de una mano abierta, formando una serie de canales independientes conocidos como "distributarios", y que se caracterizan, en contraste con los "tributarios", porque al separarse de la corriente principal ya no vuelven a reunirse con ella, ni con otra tributaria. (Figs. 25 y 26).

Magníficos ejemplos de este tipo de drenaje los constituyen deltas de famosos ríos, como los del Mississippi, Danubio, etc. (Figs. 27, 28, 29, 30 y 31).

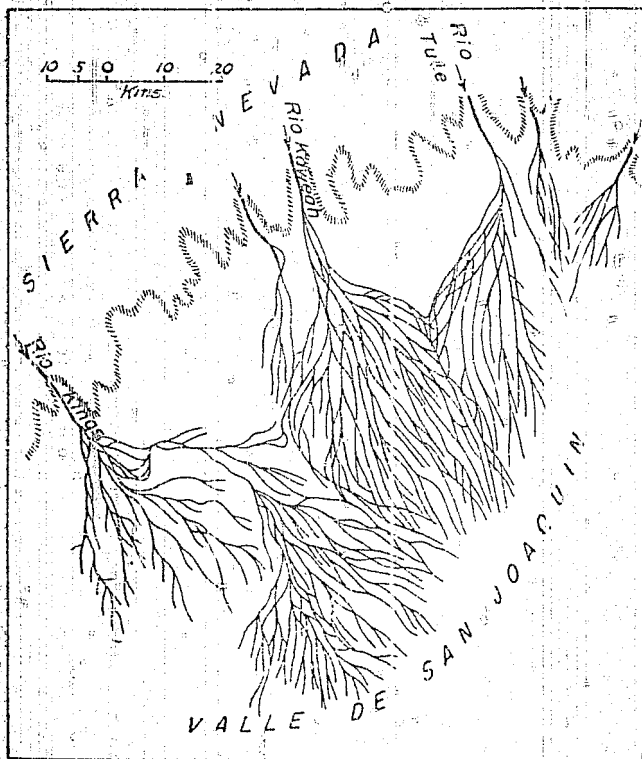


Figura 24.

Mapa que muestra la ramificación intrincada de los canales distribuidores temporales sobre los abanicos aluviales de los ríos Kings, Kaweah, y Tule, en California.

(Según V. C. Finch y G. T. Trewartha).

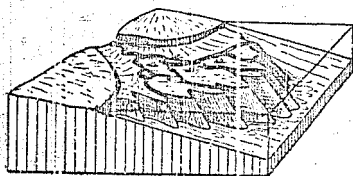


Figura 25.

Esquema de delta.

(Según P. Macar).

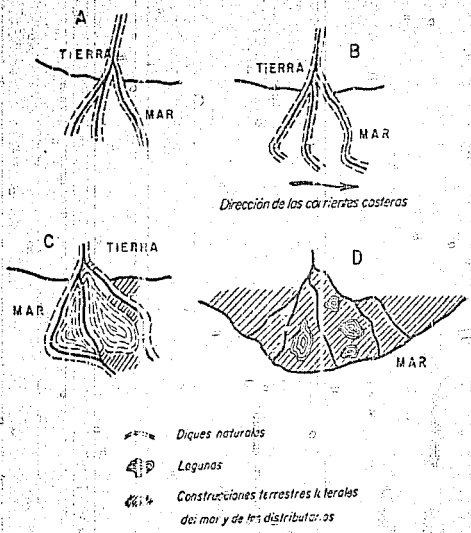


Figura 26.

Desarrollo de un delta:

A, delta lobulado con diques naturales; B, lóbulos de pata de ave; C, rellenado y aislamiento de las lagunas; D, delta arqueado.

(Según N. K. Horrocks)

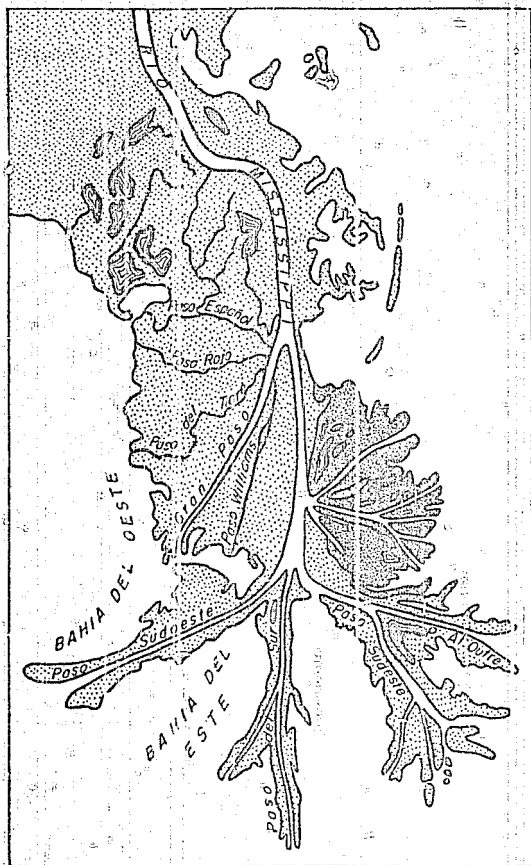


Figura 27.

Delta digitado o de pata de ave del río Mississippi, en vías de rápido crecimiento, con los últimos rellenos (punteado fino). (Según O. D. von Engel y E. de Martonne, modificado).

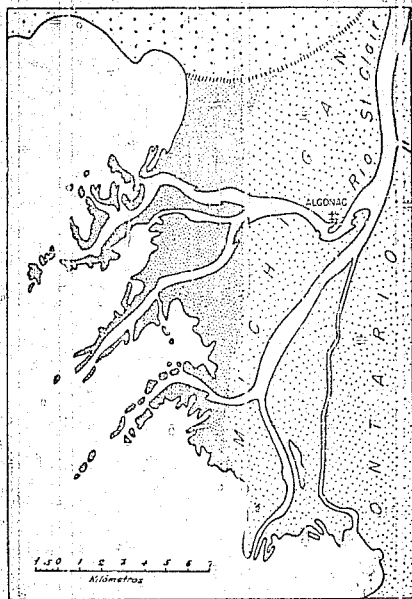


Figura 28.

Delta de pata de ave del río St. Clair, mostrándose las antiguas y nuevas porciones del mismo.

(Según A. K. Lobeck).

E. Anular.

Se asemeja este tipo de configuración de drenaje a un anillo, y de ahí su nombre. A. K. Lobeck (1939), la ha comparado en su desarrollo con el crecimiento anual de los anillos de un árbol.

Son "anulares" las configuraciones fluviales de los domos maduramente disecados, con fajas alternantes de rocas duras y blandas que los rodean. El drenaje se acomoda a los afloramientos de las rocas más débiles.

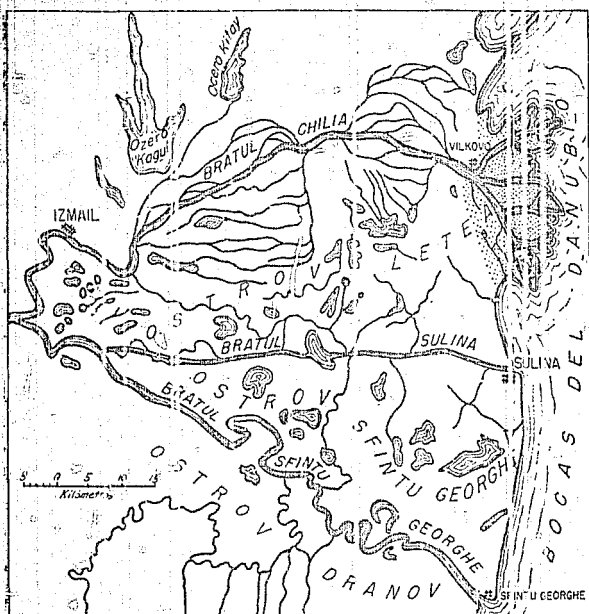


Figura 29.

Delta del Danubio

El delta del río Danubio incluye una vasta área de tierras bajas entre sus dos principales distributarios, el Chilia —que se está construyendo por si mismo un delta subsidiario— al norte, y el Sfintu Georgehe al sur. Nóense las lagunas, meandros —muchos de ellos fósiles,— y canales trenzados.

(Según F. J. Monkhouse, modificado).

Las corrientes "anulares" son genésicamente "subsecuentes", con tributarias "obsecuentes" y "resecuentes".

Ejemplos notables del tipo de drenaje "anular" se encuentran en el Weald, en Inglaterra, y en los Black Hills, Race Track, y Red Valley, en los Estados Unidos, en los que se refleja la estructura de los domos erosionados. (Figs. 32-A y B).

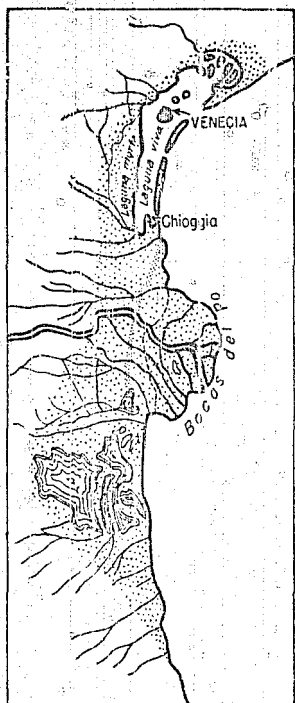


Figura 30.
Delta del río Po.
(Según S. Günther)

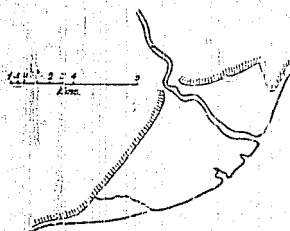


Figura 31.
Delta redondeado del río
Llobregat, Barcelona, España.
(Según M. Derruau).

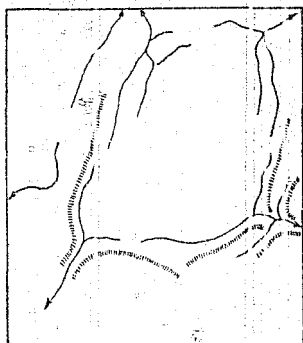


Figura 32-A.
Drenaje de configuración anular
sobre un domo, Montez
Turkey, Nuevo México.
(Según A. K. Lobeck).

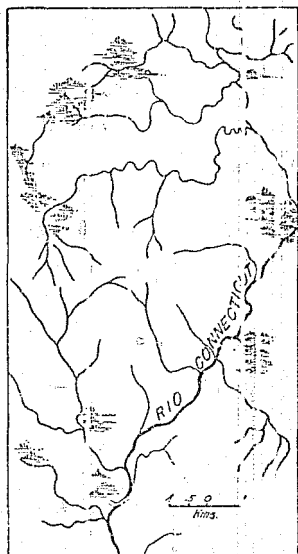


Figura 32-B.
Configuración de drenaje
dendritico y anular, Averill,
Vermont, y Nuevo Hampshire.
(Según O. D. von Engel).

F.—Trenzada.

Se denomina corriente "trenzada" a aquella "que fluye en numerosos canales divididos que se vuelven a unir, como los cabos o ramales retorcidos de una trenza, originando dicha división de los canales el obstáculo causado por los sedimentos depositados por la corriente". (Physiographic Committee, U. S. Geological Survey, 1918).

Caracteriza este tipo de drenaje a las áreas planas, niveladas, sobre las que se desarrolla una intrincada red de canales superficiales, que integran una configuración compleja de fondo de valle.

El tipo "trenzado", —dice W. D. Thornbury (1954),— "está marcado por una serie de canales que se entrecruzan, separados unos de otros por islas o barras. Esta condición "trenzada" indica que una corriente fluvial se encuentra incapacitada para transportar toda la carga que contiene. Se produce por una excesiva contribución de carga de la corriente principal, a causa de una súbita pérdida de gradiente, cuando la corriente desemboca de las montañas en las tierras bajas con la consiguiente reducción de poder de transporte, o por pérdida de volúmen a través de filtraciones, evaporación, o diversión".

Por lo común, "los materiales depositados por una corriente "trenzada" son granulares, especialmente en las partes superiores de la corriente" (Merle Parvis, 1949). (Fig. 33).

G.—Kárstica.

Esta configuración de drenaje se denomina también de "sumideros", —"resumideros" en México; "sink holes", en los Estados Unidos,— y es la característica de áreas de estratos de calizas horizontales, cuya localidad típica es la región del "Kars" o "Carso", —en italiano,— de Yugoslavia.

Esta configuración de drenaje es en parte superficial y en parte subterránea, pues las pequeñas corrientes superficiales desaparecen o se sumen, en "sumideros", para continuar bajo tierra como corrientes subterráneas. (Fig. 34).

Cuando se derrumban las cavernas que por disolución de las calizas originan las corrientes que penetran por los "sumideros", se forman estanques o "dolinas", denominados en Yucatán "cenotes".

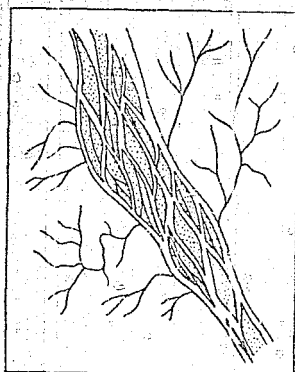


Figura 33.

Configuración Trenzada de Drenaje.

Se desarrolla esta configuración sobre amplios canales fluviales, cuando la velocidad de la corriente se hace insuficiente para transportar la carga de arena, grava y guijarros, que vacía en el canal. La configuración se halla controlada por el material depositado y es muy inestable, por lo que las inundaciones causan frecuentes cambios en la misma.

(Según Merle Parvis y H. F. von Bandet).

La configuración de drenaje "kárstica", común en las áreas de calizas macizas, debe denominarse "punteada" o "de puntos", en las zonas de topografía juvenil "kárstica" (Merle Parvis, 1949). En las áreas de "karst" maduro o senil, por el contrario, los "sumideros" y valles de solución, —"uvalas" y "poljés",— dan lugar a un tipo de drenaje falto de sistema, porque se encuentra interrumpido por la desaparición de las corrientes debajo de la superficie.

El drenaje de esta configuración es tan típico, que por él se pueden identificar perfectamente y con seguridad completa, las áreas de calizas de tipo "kárstico", en las fotografías aéreas.

2.—Configuraciones desordenadas o irregulares.

A.—Anastomosado.

Este tipo de drenaje es el que caracteriza a las llanuras de

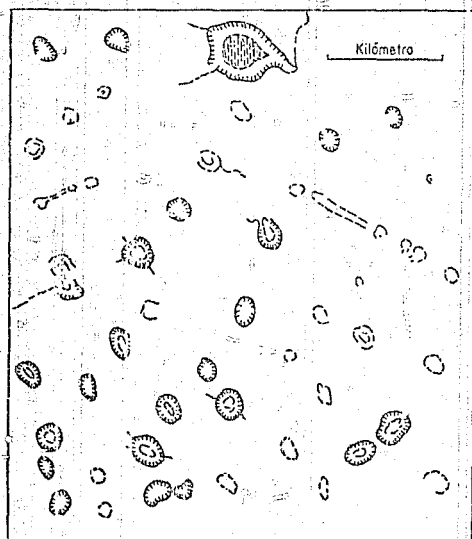


Figura 34.

Configuración Kárstica de Sumideros o Dolinas.

Esta configuración de drenaje, denominada también de sink-holes, se desarrolla en rocas solubles, como caliza, yeso, o dolomita. Los sumideros son, por lo general, de forma redondeada u ovalada. En la superficie solamente se desenvuelven rudimentarios canales. Arcilla residual rellena las cuencas poco profundas.

(Según H. F. von Handat.)

inundación. Los meandros de la corriente principal dan lugar a ciénagas, a fargales, a meandros fósiles, y a canales entrelazados.

E. R. Zernitz (1932), considera a este tipo de configuración "como correspondiente a una fase en el desenvolvimiento del drenaje dendrítico". (Fig. 35).

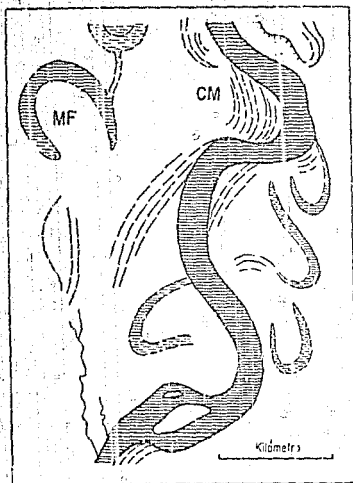


Figura 35.

Configuración anastomosada de drenaje.

En la corriente fluvial aparecen meandros y en los canales abandonados, meandros fósiles (MF), y cicatrices de meandros (CM). A causa de los canales colaterales conmutables de inundación se denomina a esta configuración anastomosada. Este tipo es depositario y común a las llanuras de inundación. En parte puede estar controlado por la estructura. (Según E. F. von Banda).

B.—Reticular.

Llamada así, y también "canaliculada", por estar constituida por una red de numerosos canales fluviales, por Merle Parvis (1919), y "desordenada" o "desarreglada", por W. D. Thornbury (1954), por componerla cursos de agua irregulares. (Figs. 36-A y B).

Es una variedad de la configuración "anastomosada", pero se diferencia de ella por localizarse en llanuras costeras jóvenes y en áreas pantanosas litorales. Con la marea alta el agua marina fluye hacia estas zonas bajas, es decir, hacia tierra, a través de estos canales, y con la marea baja sale por ellos de nuevo hacia el mar. "Gran parte del área inter-fluvial es pantanosa y, con frecuencia, las co-

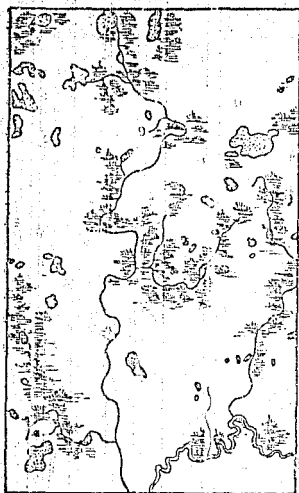


Figura 36-A.

Configuración desordenada de drenaje.
(Según W. D. Thornbury).

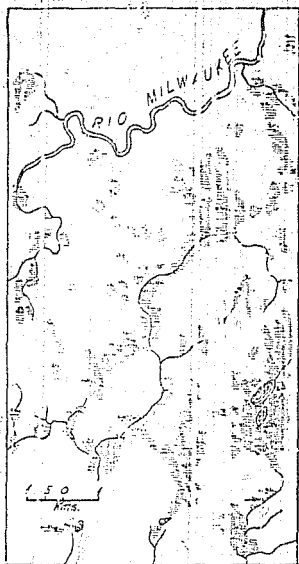


Figura 36-B.

Configuración desordenada o desreglada de drenaje, West Bend, Wisconsin.
(Según O. D. von Engeln).

rientes fluviales, que tienen solo unos pocos tributarios, son meros conductos de agua a través del área pantanosa" (W. D. Thornbury, 1954).

En realidad, este tipo es una configuración de "anabranches", en la que las ramas divergentes de un río de una larga llanura costera, vuelven a confluir en la misma corriente.

Genésicamente, esta configuración corresponde al tipo "desbordante" o de "inundación", y de ella existen numerosos ejemplos en las costas del Golfo de México, como en las lagunas Madre, Tamiahua, Alvarado, Carmen, Términos, etc.

C.—Retorcida.

En opinión de A. H. Katz (1948), esta configuración fluvial "constituye una respuesta a la estructura rocosa". Las corrientes que fluyen en una dirección pueden invertirse en dirección contraria, cuando encuentran en su curso rocas o barreras resistentes. (Fig. 37).

D.—Lagunar.

Forman esta configuración de drenaje pequeños lagos, esparcidos al azar sobre un área, sin orden ni concierto alguno. Los tributarios de tales lagos y lagunas, suelen ser de tipo "dendrítico".

Caracteriza este tipo de drenaje a las cuencas cerradas, donde existe un substrato impermeable, y donde el ciclo de erosión es todavía muy joven.

Ejemplos de esta configuración existen en abundancia, tanto en los Estados Unidos como en México, etc.

E.—Errática.

Conocida igualmente con las denominaciones de "casual", "fortuita" o "desordenada", a causa de las grandes irregularidades de su forma, y por su confusa interferencia en áreas de lagos, lagunas, pantanos y ciénagas, y de grandes valles abiertos.

Esta configuración es característica de las regiones bajas cubiertas por materiales de acarreo. En ellas, el agua del escurrimiento se acumula en los mencionados receptáculos, y las corrientes divagan sin rumbo por el paisaje, mostrando el carácter sin desarrollar del drenaje. Cuando éste llega a lograr algún desenvolvimiento, suele adoptar la configuración "dendrítica".

Como la configuración "reticular" a la que se parece, pero de la que la diferencia el que ésta se localiza en las zonas costeras bajas, mientras que la "errática" puede ser interior, genéricamente corresponde al tipo de "inundación" o "desbordante".

F.—Compleja.

En determinados casos, "el sistema de drenaje muestra tales variantes entre sus componentes, que sólo puede calificarse como

"complejo". Esta configuración tiene lugar en áreas de complicada estructura geológica y de compleja historia geomorfológica (W. D. Thornbury, 1954).

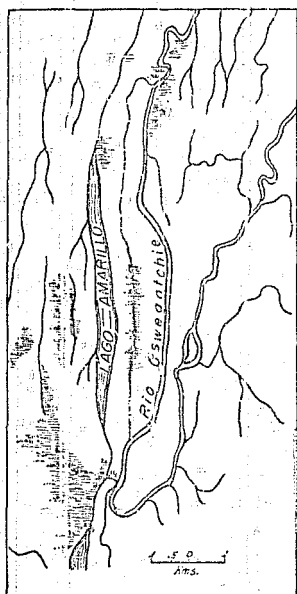


Figura 37.

Configuración contorsionada o retorcida, Hammond, Nueva York.

(Según O. D. von Engeln).

Se incluye en esta categoría, el drenaje de algunas partes de áreas de reciente glaciación, pero el carácter distintivo es la total ausencia de control estructural o de afloramientos rocosos. El drenaje pre-glacial ha sido barrido, y el nuevo drenaje no ha tenido tiempo de desarrollar ningún grado significativo de integración.

C.—Anómala.

Esta configuración corresponde al sistema irregular general

de un área de drenaje, formado por la combinación de diferentes configuraciones fluviales de regiones vecinas, pero de distintos tipos de topografía.

Este sistema denota la existencia de diferentes clases de materiales en el área.

H.—Fantasma.

Caracteriza a las filtraciones en suelos sueltos, sin consolidar, de grano fino y bien drenados, pero de subsuelo impermeable.

El drenaje constituye una red indistinta, confusa, caliginosa, parecida a una tela de araña.

3.—Tipos especiales.

A.—Yazoo.

Constituye un tipo muy especial y corresponde a sistemas de drenaje mayores que los hasta ahora descritos. "Se debe este tipo a la incapacidad de los tributarios para romper a través de las márgenes elevadas de las corrientes mayores. Se localiza, por lo tanto, en las llanuras de confluencia, en las que los tributarios se unen antes de confluir con las corrientes mayores, y se desarrolla en las partes bajas de depósitos aluviales" (Mittle Parvis, 1943).

Al fenómeno mencionado se le designa con el nombre de "unión retrasada de tributarios", y se produce "cuando las corrientes fluviales elevan sus cursos sobre el nivel de sus llanuras de inundación, y sus tributarios no pueden unirseles. Entonces suelen fluir los tributarios a lo largo de los lados de la llanura de inundación, hasta que alcanzan en algún punto más adelante, a la corriente principal, aguas abajo, donde ésta golpea contra el muro". (A. K. Lobeck, 1939), hasta que se abre una vía y por ella se conectan con ella.

Como ejemplo típico se ha tomado el del río Yazoo y de esta manera, los tributarios que fluyen durante alguna distancia siguiendo un curso paralelo al del río mayor, se denominan "ríos Yazoo". (Fig. 38).

Ejemplos de "ríos Yazoo" abundan en México, en el Estado de Tabasco principalmente, así como en la parte meridional de Ve-

racruz. El nombre se toma de un río típico, el Yazoo, afluente izquierdo del Mississippi, con el que une a la altura de Vicksburg.

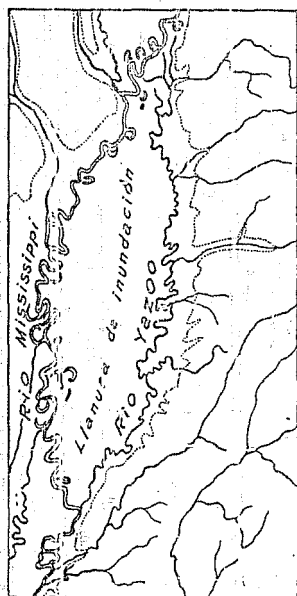


Figura 38.

Configuración de drenaje tipo Yazoo. Cuando las aguas superiores del río Yazoo entran en la amplia llanura de inundación del Mississippi, siguen un antiguo curso fluvial de 280 kilómetros a lo largo de acantilados, antes de confluir con el gran río. (Según V. C. Finch y G. T. Trewartha).

B.—Cubeta glaciárica

Está constituido este tipo de drenaje, por series de depresiones espaciadas al azar, con alguna ocasional cuenca llena de agua. (Merle Parvis, 1949). El más corriente es el de origen glaciárico. Al igual que la configuración "lagunar", la de "cubeta glaciárica"

(kettle hole), es de tipo de cuenca cerrada, pero exige para formarse la presencia de un substrato poroso.

Es el tipo que se localiza en las morrenas granulares y en las llanuras glaciáricas de arrastres estratificados. Individualmente, los sistemas de drenaje puede adoptar la forma "dendrítica".

El proceso de su formación lo describe W. B. Wright (1914) diciendo que "una característica de dichas fajas, —morrenas de kettles, —es la presencia de cubetas aisladas, conocidas como kettles gigantes, que contienen agua y forman un estanque o ciénaga, sin aliviadero superficial. Se supone generalmente que han sido formadas por la inclusión en la morrena de masas de hielo, las que al fundirse subsiguientemente dejan una oquedad, aunque también resulta claro que la irregular distribución de crestas y depresiones producidas por la acumulación de los despojos o escombros, inevitablemente deberá originar la formación de cubetas entre ellos".

En un sentido más amplio, estos "kettles" son cavidades redondeadas, de paredes casi verticales o muy pendientes, que se pueden localizar en las orillas de los ríos, en los lechos de los mismos, o en depósitos de arena o de grava, pero más particularmente en los de origen glaciárico, que es a los que se refiere este tipo especial de configuración de drenaje que, por ello, se denomina de "cubeta glaciárica".

C.—Termokárstica.

Se llama así esta configuración por "ser su topografía semejante a la kárstica, como consecuencia de fundirse el hielo del subsuelo y consiguiente acomodamiento de huecos o cavernas en el suelo" (S. W. Muller, 1947).

Es un tipo propio de suelos permanentemente congelados y así como por sus efectos es natural, por sus causas es artificial, puesto que este tipo de drenaje se forma, por lo corriente, "con o resultado de incendios de bosques y de praderas, desforestación, y explotación agotadora de la superficie por el hombre, con el resultado, cuando ello es posible, de un calentamiento solar más intenso del suelo. A su vez, la fusión del hielo del suelo causa oquedades cavernosas y hoyos en el mismo, y grietas o resquebrajaduras superficiales. Las hendiduras superficiales producidas por los procesos

“termokársticos” se diferencian de las originadas por la congelación por ser más anchas, profundas, y largas, y perdurar a través del invierno. Las grietas del hielo se forman en invierno y se cierran en verano, mientras que las “termokársticas” se forman en el verano” (R. C. Sager, 1951).

Los rasgos principales de este sistema de drenaje en parte superficial y en parte subterráneo, como el “kárstico”, son: grietas superficiales, espalmes, embudos, sumideros, lagunas someras y depresiones poco profundas; valles, cárcavas, barrancas, cuencas superficiales; lagunas subterráneas, ventanas, y estanques de hendidamiento.

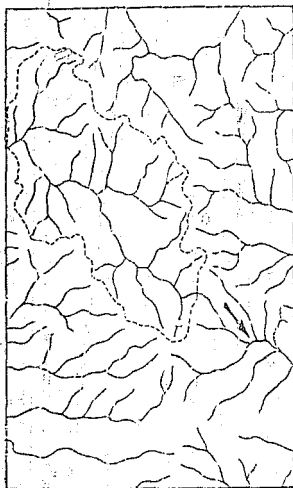


Figura 39.
Configuración espalmeada,
Prestonburg, Kentucky.
(Según W. D. Thornbury).

La palabra “termokárstico” acuñada por los autores norteamericanos y ampliamente usada por los rusos, lo es poco entre los especialistas ingleses. (L. Dudley Stamp, 1961).

D.—Espalmeada.

Es la configuración resultante del proceso de “piratería flu-

vial". Las ramas de la corriente tributaria capturada o "decapitada" forman ángulos obtusos con relación a la corriente captora, es decir, especies de espolones o de ganchos de bichero, de donde procede el nombre con que se la designa, equivalente también a "calcarada".

"Los tributarios, —dice R. S. Tarr, (1908)— conuyen en la corriente principal con dirección aguas arriba, en vez de hacerlo aguas abajo, como es lo normal". Esto hace que, después de la captura, la corriente capturante tenga afluentes con disposición normal en el sector primitivo o propio, y afluentes con disposición inversa en el sector capturado, lo que produce una disposición en todos sentidos de los tributarios, como si fuera un alambre de púas, de donde procede otra de las denominaciones con que se la conoce: "barbada". (Fig. 39).

Esta configuración de drenaje invertido tiene un alcance local y se produce en las cabeceras de las corrientes o sistemas de drenaje o cerca de ellas.

Aunque la mayoría de estas corrientes se origina por efecto de la "captura fluvial", pueden también producirse por hundimiento o inclinación del terreno, o ser causadas por fenómenos glaciáricos, pero siempre con la consiguiente reversión de un sistema separado de drenaje o de parte de él. (Figs. 40-A y B; 41; y 42-A y B).

E.—Elíptica.

En la llanura costera del Atlántico, en los Estados Unidos, se denomina "bay" o "pocosin" a "un área cubierta por lo general de vegetación pantanosa, sostenida por depósitos de turba. También se designan con tales nombres en algunas áreas a lagunas superficiales, con los bordes pantanosos llenos de turberas" (W. F. Prouty, 1952). Estas "bays" tienen forma elíptica, en muchos casos perfecta, (A. K. Lobeck, 1939), y pueden ser "simples o "múltiples".

Se extienden a lo largo de la costa atlántica, desde el NE. de Florida hasta New Jersey, principalmente en las dos Carolinas y en Georgia, y su número se ha calculado aproximadamente en medio millón, con tamaño que oscila entre unos pocos cientos de metros de longitud, hasta más de diez kilómetros. De su abundancia en las Carolinas han recibido el nombre de "Carolina Bays". (Figs. 43-A, B, C y D).

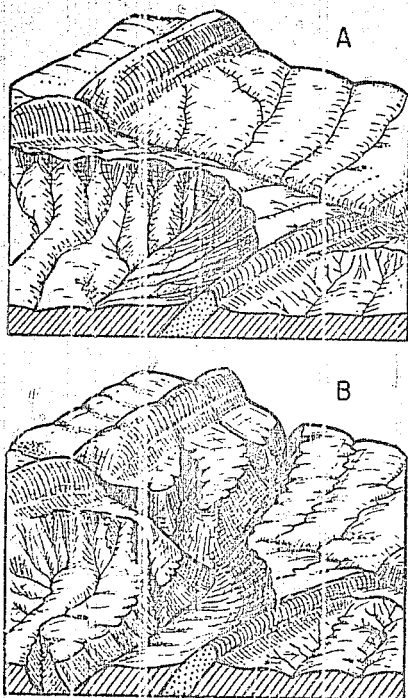


Figura 40-A y B.

Diagrama mostrando la captura de la cabecera de una corriente transversal por la tributaria subsiguiente de otra. En la etapa representada por el diagrama A, la captura es inminente, mientras que en la etapa representada por el diagrama B, la captura ya ha tenido lugar.

(Según C. A. Cotton).

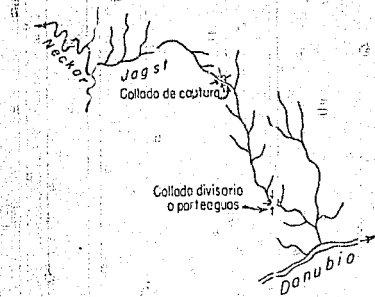
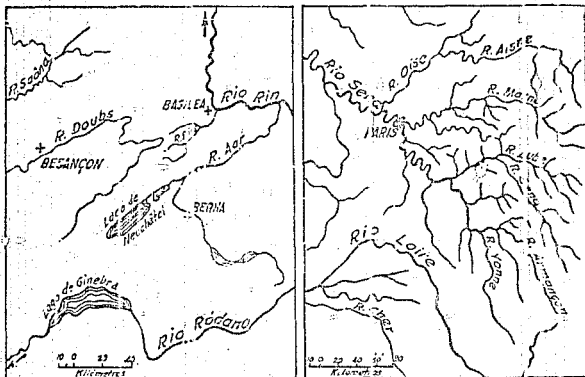


Figura 41.

Captura de subafluentes del Danubio por un afluente del Neckar.
(Según P. Macar).



Dos ejemplos de captura fluvial en el Este de Francia.
(Según F. J. Monkhouse).

Figura 42-A.

El río Doubs superior fluía antiguamente hacia el Rin, pero fue capturado y fluye ahora hacia Occidente, a partir de un agudo codo de captura, con dirección a Besançon, hasta el Ródano. El tronco decapitado constituye actualmente el pequeño río Buis.

Figura 42-B.

Mapa exhibiendo la complicada configuración enrejada del drenaje de la cuenca de París. El Loira superior fluyó en un tiempo hacia el norte, pero fue capturado por un río que fluye hacia el oeste. El Yonne, Armançon y Aube, fueron a su vez capturados por el Sena.

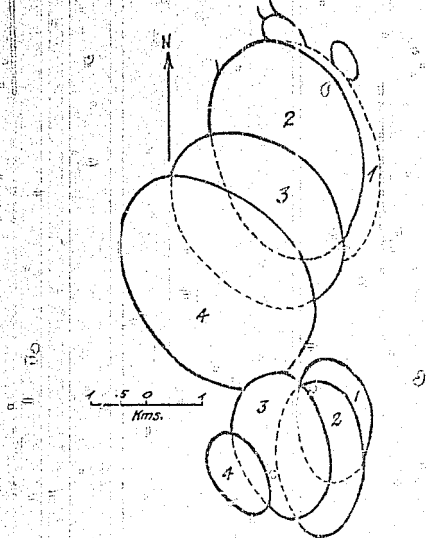


Figura 43-A.

"Bays" múltiples en el condado de Atkinson, Georgia. El grupo formado por las cuatro mayores "bays" en el área, mide unos cinco kilómetros de longitud, medidos a través de la depresión formada por las cuatro unidades elípticas que se recubren. Directamente al sur se encuentra otro grupo formado también por cuatro "bays" pequeñas, igualmente superpuestas.

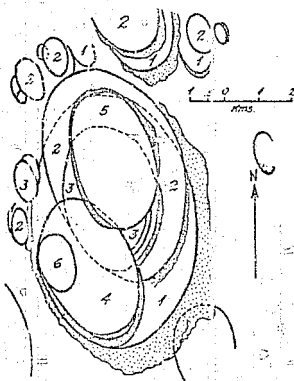


Figura 43-B.

"Bay" múltiple en el condado de Allendale, Carolina del Sur. Esta "bay" múltiple se encuentra formada por seis unidades que se recubren, numeradas de la más antigua a la más moderna. Cada "bay" sucesiva o más joven, es de tamaño menor que sus precedentes. La número 3 tiene reborde u orillas secundarios; la número 4, uno secundario; y las demás sólo tienen rebordes primarios.

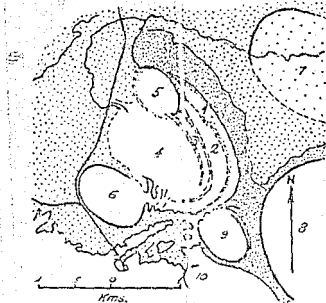


Figura 43-C.

"Bay" múltiple en el condado de Cumberland, Carolina del Norte. La mayor "bay" múltiple, cerca del centro, está formada por varias unidades superpuestas. Las numeradas del 1 al 4 son de tamaño decreciente, y se han ido recubriendo sucesivamente hacia el oeste y ligeramente hacia el norte. Su génesis se explicaría por haber sido formadas por el impacto de cuatro meteoritos en "tandem", al incidir en rápida secuencia sobre la superficie de la Tierra girando hacia el este. Las "bays" 5, 6 y 9, constituyen impactos aislados y sin relación entre ellos. La múltiple "bay" 1-4 ha sido parcialmente rellenada por acarreos transportados desde el oeste.

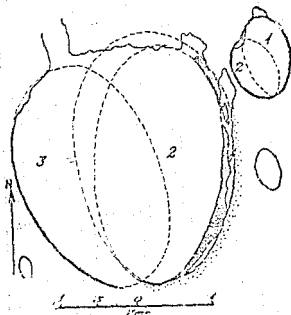


Figura 43-D.

"Bay" múltiple en forma de corazón, en el condado de Atkinson, Georgia.

Esta gran "bay" tiene más de tres kilómetros en sus dimensiones N-S y E-W, y está formada aparentemente por tres unidades superpuestas, la primera de las cuales es ligeramente mayor que las otras dos y forma el reborde oriental exterior; la segunda, ligeramente menor que la anterior, forma el reborde oriental interno; y, la tercera, ligeramente menor que la segunda, forma el reborde occidental. La unidad entera se encuentra parcialmente rellenada de agua procedente del norte. Las tres "bays" 1 a 3, tienen mayor recubrimiento hacia el sur que hacia el norte, por tender sus ejes a converger hacia el sur. Hacia el NE aparece otra "bay" múltiple compuesta de dos unidades. (Las cuatro figuras, según W. F. Prouty).

Un gran porcentaje de estas "bays" se extiende siempre en la misma dirección en un área dada, y lo mismo ocurre con respecto a su eje longitudinal. Forman depresiones bajo el nivel general del suelo circundante, con bordes arenosos muy bien definidos que sobresalen de dicho nivel. En general, su extremo SE. es el más profundo.

Hasta ahora no se ha encontrado relación alguna entre estos notables y enigmáticos rasgos, y la topografía o la geología, pese al "acabado estudio de las fotografías aéreas del área entera y de las lirnítrofes", no obstante lo cual, dicho estudio ha sido de "grandísima ayuda", (W. F. Preuty, 1952), en el correcto planteamiento del problema que las mismas suscitan. Puede decirse que, sin fotografías aéreas, no hubiera sido posible el análisis de la configuración de estos rasgos, especialmente en los casos de múltiple superposición. Cuando dos o más "bays" se superponen dan origen a una configuración de "corazón".

Todas ellas se encuentran sobre terrazas superficiales del Pleistoceno.

Se han expuesto numerosas y variadas hipótesis sobre el origen de estas "bays", problema que ha atraído en los últimos tiempos la atención de los geólogos y geógrafos (*) sin llegarse en ninguno de los casos a resultado concluyente. Entre estas hipótesis, las principales son las que se enumeran a continuación:

a) **Meteorítica:** Las "bays" constituirían cicatrices de impactos de meteoritos, que incidieron sobre la superficie terrestre con ángulo de 55°. Sin embargo, no se ha encontrado en ningún caso el menor resto de meteorito. Sostenida esta hipótesis, principalmente por F. A. Melton (1934), y por éste y W. Schriever (1953).

b) **Acción del viento y de las corrientes marinas:** Estos dos agentes habrían formado barras de arena en forma de media luna, especialmente por la acción de fuertes vientos dominantes del SE., a través de las embocaduras de bahías costeras poco profundas. Una variante de esta hipótesis es la que las atribuye a depresiones circundadas por pliegues de marea fósil (ripple marks). No obs-

(*) Se hace aquí una sucinta exposición crítica de las principales hipótesis sobre el origen de las "Carolina Bays", por haberse construido casi todas ellas a partir del detenido estudio de las fotografías aéreas, demostrándose así la posibilidad que ofrecen tales documentos para el planteamiento correcto y solución de muchos problemas semejantes.

tante, en muchos casos, las "bays" se encuentran en tierras altas y, en otros, se hallan superpuestas a lagunas y a crestas de playas, según revelan las fotografías aéreas. C. W. Cooke, 1933, 1934, 1936 y 1940, fue el principal sostenedor de esta idea.

c) **Solución:** Sugerida esta hipótesis por D. W. Johnson (1936) según la cual, "las bays" son esencialmente el producto, directo o indirecto, de la solución; y los rebordes, acumulaciones de arena arrastrada por el viento". La principal objeción consiste en que otras muchas áreas susceptibles de semejantes fenómenos de solución no tienen "bays".

d) **Fuentes artesianas y acción del agua subterránea:** Propuesta por D. W. Johnson (1942). El agua brotaría en el centro potencial de uno de estos rasgos, acumulándose la arena fina en los bordes, a quienes se atribuye el sentido del alargamiento, siguiendo rumbo abajo, y formándose posteriormente "sumideros". Innúmeras son las objeciones, entre ellas la de que, habiéndose formado en el Pleistoceno, no hay razón para que no sigan formándose ahora, cosa que no ocurre, y la de que dándose las mismas condiciones geológicas en Alabama y en Florida, por lo que respecta a tipos de rocas y condiciones del agua subterránea, no tienen "bays", sin embargo, dichas áreas. Por otra parte, los "sumideros" típicamente carecen de rebordes.

e) **Corrientes rotatorias:** Hipótesis presentada por C. W. Cooke (1940), según la cual las "bays" se originarían por la acción de corrientes rotatorias en cuerpos de agua, por la tendencia de girar dichas corrientes en el Hemisferio Septentrional en forma elíptica, cuando los ejes mayores son N 45° W. Pero muchas "bays" se desvían en sus ejes más de 20° de dicha dirección y, además, esto no explicaría la limitación geográfica y geológica de dichos rasgos.

f) **Acción del viento y de las mareas sobre barrancas submarinas formadas en áreas costeras temporalmente inundadas por el mar:** Sugerida por F. A. Melton (1934). Se objeta principalmente, que la mayor parte de las "bays" se encuentran demasiado bien preservadas para haber sufrido la menor erosión por parte de las olas o corrientes marinas.

g) **Actividades de bancos de peces.** Constituye una de las más recientes hipótesis, propuesta por Chapman Grant (1945), que las atribuiría a tales actividades, al desarrollarse en las áreas

cercanas a fuentes artesianas de agua dulce próximas a la costa. El tamaño de las "bays" dependería de las especies y del tamaño de los cardúmenes, y su dirección, de los vientos y corrientes, principalmente de las fuentes artesianas dominantes, causa directa de la desovación. Entre las objeciones figura la de que semejante fenómeno no se ha producido en ninguna otra parte del mundo y la de que el agua dulce, por su menor densidad quedaría sobre la salada, de donde resulta que los peces no podrían buscarla en el fondo de las "bays", etc.

h) **Glacial:** Sostenerida por Merle Parvis (1949), según la cual se habrían formado cavernas durante las épocas glaciales en el suelo permanentemente congelado, en sedimentos sin consolidar de arena fina. No obstante, resulta difícil admitir fenómenos de glaciación tan meridionales.

i) **Múltiple:** El origen múltiple de las "bays" es el que predomina, y así A. K. Lobeck (1939), supone "se debe principalmente a la disolución y a la circulación subterránea, modificadas en cierto modo por corrientes lacustres y la acción del viento".

j) **Meteorítica revisada:** Expuesta por W. F. Prouty (1952). El origen meteorítico explicaría la limitación en el tiempo y en el espacio de las "bays", y, si bien su tamaño en muchos casos es mayor que el de los más grandes cráteres conocidos de dicho origen, ello sería el resultado, no del impacto, sino de la explosión del meteorito sobre sedimentos sin consolidar, lo que removería mucho más material que el meteorito mismo. Por otra parte, los reconocimientos magnetométricos llevados a cabo en dicha área han dado favorables resultados con relación a la teoría meteorítica revisada, ya que todas las anomalías magnéticas aparecen localizadas en posiciones lógicas con relación a las "bays".

II.—Configuraciones artificiales del drenaje.

A.—Rectilínea.

Corresponde esta configuración a las obras que el hombre hace para avenar o drenar áreas niveladas, como zanjas o acequias. Estos canales, claramente rectilíneos, siguen por lo regular depresiones topográficas, aunque también con frecuencia "no siguen la configuración del suelo o de la vegetación" (A. J. Eardley, 1941).

A veces, han sido tan degradados estos conductos que los que se encuentran en un nivel más bajo son atravesados por el drenaje

natural, con el que vienen a formar una configuración de bloques rectilíneos.

Esta disposición del drenaje no debe confundirse con la configuración formada por acequias o canales de irrigación, que corresponde al subtipo "distributivo" artificial (Merle Parvis, 1949).

B.—Ilusoria

Se observa ocasionalmente este tipo de configuración en terrenos bajos y porosos ya desaguados o drenados por medio de tuberías. Aunque el drenaje sea subterráneo, la red de tubos es frecuentemente perceptible en las fotografías aéreas, a causa de que el suelo situado sobre las tuberías se deseca, delatando la cañería con una línea casi blanca en su imagen fotográfica, —algo así como si se viera con Rayos X,— rayas que corresponden a los conductos troncales y a los laterales paralelos.

Esta configuración puede "desvanecerse", hasta desaparecer totalmente, a medida que todo el suelo se va secando, y es engañosa, pues puede confundirse con otras conducciones subterráneas, como de cables telefónicos, o con líneas férreas abandonadas, etc.

Se expresa gráficamente por medio de líneas cortadas.

4).—TEXTURA DEL DRENAJE.

Conviene aclarar al tratar de la "textura del drenaje", siguiendo el consejo de W. D. Thornbury (1954), que cuando se habla de "configuraciones del drenaje", en realidad lo que se considera son las "relaciones espaciales" entre corrientes vecinas, como ocurre, por ejemplo, con la configuración "radial", la cual tiene dicha forma por referencia de unas corrientes con otras, ya que cada una de ellas, independientemente de las demás puede ser "dendrítica" o "pinada". Estas "relaciones espaciales" se concretan especialmente en los tributarios y constituyen la "textura del drenaje", la cual puede, también por ejemplo, ser "fina", si los tributarios se encuentran estrechamente espaciados, o "tosca" si se hallan, por el contrario, muy separados.

H. F. von Bandat (1962), especifica al efecto que, "una configuración estrechamente espaciada, se localizará en rocas impermeables, blandas o quebradizas, como arcilla, lutitas, 'loess', pizarras y esquistros frágiles. Las configuraciones toscas, amplia men-

te espaciadas se relacionan con rocas de alto drenaje interno, como areniscas, terrazas granulares o de gravas, o mantos arenosos. Por otra parte, rocas macizas, duras y resistentes como el granito, exhibirán una textura tosca cuando se encuentren tectónicamente sin alterar". En resumen, dicho autor establece que la "espaciación máxima" aparece en rocas duras y homogéneas, con resistencia uniforme a la erosión, como ocurre con las metamórficas, especialmente en las serpentinas; que la "espaciación media" se produce en areniscas permeables; y, que la "espaciación mínima" se manifiesta en las lutitas finas, arcillas, y como ramificación máxima, en el "mal país".

Este "espaciamiento de las corrientes", —según O. D. von Engeln, 1949,— "dependerá, en parte, en las corrientes consecuentes, de la disposición de las irregularidades del relieve inicial y, en parte, de la permeabilidad de los materiales superficiales. Si éstos son muy permeables, gran parte de la precipitación total seguirá un curso subterráneo por alguna distancia. Las corrientes consecuentes se espaciarán entonces, lejos unas de otras, con pocos tributarios, dando lugar a una "textura de drenaje" grosera o burda". (Fig. 44).

"Es muy importante la "textura del drenaje", —dice B. A. Tator, 1954,— como clave para la determinación aproximada de los "límites" o "contactos" de las formaciones, facilitando casi el único medio para el análisis estratigráfico de determinadas áreas: así, la arcilla da lugar a una "textura de drenaje" más fina que la de la arena, etc."

Según H. T. U. Smith (1943), es muy importante para la determinación de la "textura del drenaje", el análisis del mismo en las áreas consideradas, estableciendo si están o no bien drenadas, o si el drenaje es superficial o subterráneo o, en fin, si figura incluido totalmente en la zona en cuestión o, solo en parte, como tramo o sector del drenaje que únicamente atraviesa el área.

Así como el análisis de las corrientes fluviales individuales y de las configuraciones sistemáticas de drenaje se refiere a los rasgos megascópicos del mismo, o drenajes megascópico, la "textura del drenaje" se refiere a los rasgos microscópicos, drenaje microscópico o micro-drenaje, formado por los micro-rasgos del drenaje.

"Son numerosos los micro-rasgos relacionados con el drenaje, —manifiesta D. J. Felcher (1959),— y sirven para una amplia

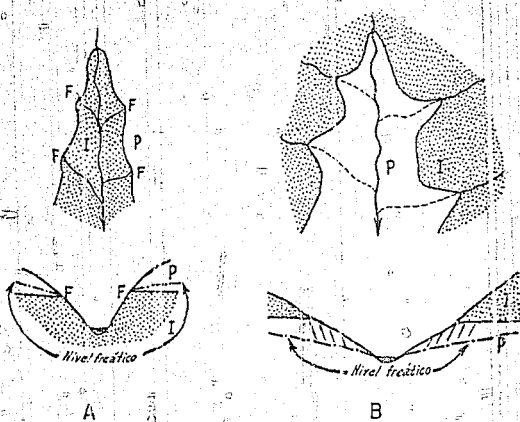


Figura 44.

A.—Paso de un río, de terreno permeable, P, a terreno im permeable, I.

(F = fuentes).

B.—Paso de un río, de terreno impermeable, I, a terreno permeable, P.

(Según P. Micari)

variedad de objetos. La "grava", por ejemplo, se puede distinguir de la "arena", por el sistema de drenaje vertical. La arena absorbe el agua directamente, en el sentido de que cada gota se embebe en ella. La grava, por el contrario—, en terrazas, por ejemplo, y en llanuras glaciáricas,— concentra el agua en cuencas poco profundas y éstas, entonces, la filtran dentro del terreno. La razón de esto es que una mezcla de grava contiene una amplia proporción de minerales entre sus fragmentos. Algunos de éstos intemperizan la arcilla y originan una sobrecarga de arcilla arenosa que, comparada con la arena, es varios grados menos permeable. Esta capa intemperizada activa la concentración de agua. En la deposición de estas gravas, corrientes violentas dejan cicatrices o canales localizables en la superficie, que ahora sirven de cuencas de infiltración, fácilmente observables en las fotografías aéreas, cuando el ojo del observador y su cerebro se encuentran adiestrados por la experiencia para registrar estos micro-rasgos, que raramente pueden ser registrados como tales, en el terreno. Las arenas no poseen esa condición

a causa de su, comparativamente, mayor resistencia al intemperismo y a la consiguiente formación de arcilla; y, como los vientos soplan la arena, obliteran las cicatrices de las corrientes que pudieran haber existido”.

Las “arenas superficiales” que sobreyacen a arcillas, —sigue diciendo el mismo autor,— poseen un tipo distintivo de configuración, que corresponde a líneas de movimiento de agua subterránea. En la gruesa terraza arenosa de Goose Bay, en Lutrador, trazos muy bien definidos en la vegetación de la superficie proporcionan una línea precisa de la huella de un gran volumen de agua fluyendo setenta pies debajo del suelo”.

“Las filtraciones de las laderas de los cerros constituyen otra forma de drenaje que no se ha considerado lo suficiente, por lo general, como para figurar en los mapas. Esta es una micro-forma que facilita gran ayuda en la localización de estratos, contactos, y otros cambios estructurales que, de otro modo, permanecerían desconocidos. No es necesario que el manantial sea visible, porque la vegetación indica su presencia”. Y, en efecto, este dato tiene un valor práctico extraordinario, que debe figurar sin excusa alguna en los mapas preliminares de interpretación de fotografías aéreas, por la gran ayuda que puede prestar al técnico de campo, al realizarse la verificación de dichos datos.

5).—DENSIDAD DEL DRENAJE.

La “densidad del drenaje” la definen R. G. Ray y W. M. Fisher (1960), como “la longitud total de las corrientes fluviales dentro de un área, dividida por el área”.

En estudios preliminares realizados para obtener la posible significación de la “densidad del drenaje” con relación a la litología, midieron dichos autores la longitud simple de las corrientes sobre las fotografías aéreas, así como el área, utilizando para lo primero un curvímetro o cartómetro sobre ampliaciones de dibujos con las líneas de drenaje, y para lo segundo un planímetro polar, allí donde la densidad del drenaje estaba determinada por específicas cuencas de drenaje. Se encontró que, muestras circulares de áreas, facilitaban determinaciones más consistentes de la “densidad del drenaje” para cualquier tipo de roca dentro de un área dada, que las muestras de pequeñas cuencas individuales de drenaje. Las me-

didadas de la "densidad del drenaje" resultaron poco convincentes donde se usaron fotografías de diferentes escalas, pero esto es explicable si se considera que la capacidad para observar pequeños arroyos disminuye evidentemente si la escala también se reduce.

Sin embargo, las pruebas realizadas muestran que se pueden establecer las relaciones de la "densidad del drenaje", con fotografías aéreas de diferentes escalas, y los diferentes tipos de rocas y de áreas. "La concordancia general de la pendiente de las líneas, —dicen Ray y Fischer (1960),— sugiere que un simple factor de conversión puede facilitar la ecuación de la "densidad del drenaje", determinada en diferentes escalas fotográficas". Los datos preliminares, —añaden,— son demasiado débiles para permitir un análisis de significado geológico, de las diferencias de la "densidad del drenaje", pero ponen en evidencia diversas observaciones interesantes. Así, las rocas ígneas intrusivas, de grano grueso y tosco, muestran baja densidad del drenaje, no obstante la diferente localización geográfica de las muestras utilizadas. Por el contrario, rocas sedimentarias clásticas, de grano fino, muestran alta densidad relativa de drenaje. No se han considerado en estos cálculos todos los factores que afectan a la "densidad del drenaje" (como el clima o la etapa del ciclo geomorfológico), pero resulta claro que la permeabilidad ejerce una influencia fundamental sobre la "densidad del drenaje": con alta permeabilidad se produce una baja densidad de drenaje. La permeabilidad puede ser primaria o secundaria. Por ejemplo la baja densidad del drenaje en los granitos se debe, en parte, a la alta permeabilidad secundaria que resulta del fracturamiento". "Es de esperar, —terminan diciendo,— que un estudio foto-interpretativo de la "densidad del drenaje", en unión de otros criterios, permitirán formular inferencias cuando los tipos o grupos de rocas sean observados. Medidas cuantitativas de la densidad del drenaje y de otros rasgos geomorfológicos facilitarán una base firme para comparar y evaluar las características de las formas terrestres que pueden tener significación geológica".

Ya, con anterioridad, diversos autores habían utilizado mapas topográficos, para realizar extensos estudios geomorfológicos cuantitativos, pero la evaluación de la "densidad del drenaje", como ya se indicó, o estudios como los llevados a cabo por V. C. Miller (1953), para determinar los "efectos de la litología y la estructura sobre el desarrollo de las características de las cuencas de drenaje y de las

formas terrestres erosionales", solo se pueden realizar correctamente empleando fotografías aéreas, por su inmenso caudal de detalles, y por toda la información adicional contenida en ellas.

6).--HOMOGENEIDAD O UNIFORMIDAD DEL DRENAJE.

La homogeneidad exhibida por una configuración de drenaje en un área dada, corresponde a la homogeneidad en las condiciones, principalmente litológicas, predominantes en dicha área.

Esta uniformidad u homogeneidad del drenaje es siempre relativa, naturalmente, y presentará similitud, tanto en su conjunto como en sus partes, ya sean éstas consideradas aisladamente o no.

La uniformidad, como carácter determinante de las configuraciones de drenaje, tiene importancia principalmente en la tarea de correlacionar zonas o áreas homogéneas, o sea, con el mismo grado de uniformidad. Esta correlación es relativamente segura para zonas cercanas, aunque estén separadas entre sí, y esta seguridad estará en razón inversa de la distancia a que se encuentre una zona de otra. No obstante, y dentro de áreas comparativamente extensas, son efectivas estas correlaciones, siempre y cuando correspondan a una misma zona climática, ó a zonas climáticas semejantes, habida cuenta de todos los demás factores relacionados con el clima.

Las configuraciones de drenaje sin uniformidad u homogeneidad están constituidas por subconfiguraciones, cuyo conjunto integra la configuración. Estas subconfiguraciones individuales son diferentes, debiéndose a sus diferencias la falta de uniformidad de la configuración, pero, a su vez, son uniformes dentro de sí mismas. Esto hace que las áreas mayores puedan ser divididas en tantas áreas menores como existan con características diferentes de erosión, etc., hasta el punto en que el detalle del análisis exija. Y sus límites pueden ser trazados, tanto en las áreas grandes como en las pequeñas, con igual certidumbre.

Las configuraciones pueden ser homogéneas o no, claro es, independientemente de su grado de integración, o de su densidad, etc.

Según H. F. von Bandat (1962), se pueden distinguir en las fotografías aéreas, zonas de relativa homogeneidad, tales como áreas de areniscas o lutitas, hasta un cierto grado, sobre todo si no están mezcladas con otros materiales. Estas y otras rocas dan

lugar a configuraciones típicas, que sirven para identificarlas.

Como características adicionales pueden ser consideradas la orientación, la dirección, y la irregularidad, que muchas veces pueden ser casuales, como en la sedimentación glaciática.

El grado de uniformidad indica (D. R. Lueder, 1959):

- 1.—Uniformidad de erosión y de materiales.
- 2.—Uniformidad de historia erosiva.
- 3.—Límites entre áreas de diferentes características históricas.

7).—GRADO DE INTEGRACION DEL DRENAJE.

La "integración" a que aquí se hace referencia no es otra cosa que la "continuidad" de la red hidrográfica, es decir, la posibilidad de intercomunicación entre todas sus partes, por lo que muy bien pudiera denominarse también a este factor, "grado de continuidad del drenaje". La presencia o ausencia de este factor en la expresión física de la hidrografía de un área, o sea, la presencia o ausencia de discontinuidad en las corrientes fluviales y demás cuerpos líquidos de las tierras emergidas tiene una gran importancia, pues revela notables condiciones especiales que motivan tales soluciones de continuidad, las que, por otra parte, son fácilmente observables en las fotografías aéreas.

D. R. Lueder (1959), dice que la "integración del drenaje" equivale a la "unidad" mostrada por la configuración del drenaje. "Una configuración con un alto grado de integración, —añade,— posee la característica de que, una línea trazada desde cualquier punto de una corriente a otro punto de otra corriente, puede serlo a lo largo de los canales de las corrientes existentes, de una manera directa y clara".

El "grado de integración" es un concepto relativo o, dicho de otro modo, que depende principalmente del tamaño del área considerada, ya que siempre existirá un determinado grado de integración o de unidad en todas las áreas que sean suficientemente grandes.

Como ejemplos para distinguir un área con drenaje altamente integrado o unificado, de otra que lo tenga desintegrado o fragmentado, pueden citarse las configuraciones "dendríticas", para el primer caso, y "desordenadas" o "desarregladas", o bien "kásti-

ca", para el segundo, dentro de la clasificación sistemática de configuraciones de drenaje. En efecto, en la "dendritica", desde cualquier punto de la configuración se puede ir a cualquier otro de la misma, siguiendo las corrientes que la integren, las cuales no presentan en sus respectivos cursos soluciones de continuidad; por el contrario, en las configuraciones pobremente integradas, como las que se desarrollan en terrenos de calizas kársticas, resulta imposible intercomunicarse a través de los cursos de las corrientes, ya que éstas son cortas cuando existen, y se pierden en el subsuelo. De igual carácter son las configuraciones que tienen lugar en las llanuras glaciáricas, con la sola excepción, quizás, de la denominada "cola de caballo", según D. R. Lueder (1959).

Según este mismo autor, el "grado de integración" indica, dentro del área considerada:

- 1.—Su grado de uniformidad y de erosionabilidad (textura, permeabilidad, y grado de infiltración del escurrimiento).
- 2.—El alcance o extensión de la erosión en la misma.
- 3.—La existencia y localización de determinados factores modificadores, como característica de los materiales, expresiones topográficas, etc.

Para H. F. von Bandañ (1962), la unidad o integración de las partes componentes de una red hidrográfica tiene principalmente un significado litológico, "constituyendo la distribución de la zonación (o zonación), y del rumbo o continuidad de los tipos comunes de drenaje, la base de la interpretación geológica".

Basándose en el diferente grado de integración del drenaje se pueden trazar así los límites entre zonas de diferente integración hidrográfica, en la mayoría de las ocasiones con gran precisión, y en otras de un modo menos preciso, pero siempre significativo. En las abundantes ocasiones favorables, y entre ellas se encuentran muchas que son críticas para el análisis, los límites que separan áreas de diferente grado de unidad o integración del drenaje, corresponden a contactos geológicos, casi siempre de naturaleza litológica, correlación que hace de este criterio el más rápido, directo, y efectivo para la identificación de tales características, que se mostrarán en las fotografías aéreas con tanta mayor claridad cuanto mayor sea el grado de pureza de las rocas.

8).—ANÁLISIS DE LA CONFIGURACION REGIONAL DEL DRENAJE.

La configuración del drenaje puede utilizarse igualmente para ayudar a la identificación de las condiciones naturales o físicas de una región considerada en su totalidad, lo que se obtiene mediante la compilación de datos precedentes, tanto del análisis individual de las corrientes fluviales, como de las diversas configuraciones del drenaje que integran la red fluvial regional.

Esta compilación de datos arrojará, no sólo la suma de los que se deriven de las unidades estudiadas, tanto individuales como colectivas, las cuales se podrán correlacionar entre sí, sean o no colindantes, sino datos nuevos originados por la interpretación en conjunto de los ya conocidos y analizados separadamente, los cuales pueden ser de la mayor importancia por la gran extensión superficial que puede alcanzar una unidad regional para cuyo análisis resulta factible el empleo de métodos estadísticos. Por otra parte, es en el ámbito regional, donde se lleva a cabo la evaluación cuantitativa, de suelos, rocas, y estructuras rocosas grandes, mientras que la evaluación cualitativa es más propia de los análisis de las corrientes individuales y de los sistemas de drenaje considerados separadamente unos de otros. En definitiva, y como puede verse, los estudios cualitativos tienen la principal misión de preparar los cuantitativos, de los que se derivarán las deducciones más valiosas y trascendentales en relación con la naturaleza de la estructura material visible y de la subestructura invisible, pero reflejada en aquélla, de la región entera.

Juegan importantísimo papel en el análisis de la configuración regional del drenaje, por su posibilidad de cuantificación, y el amplio horizonte que abren. En esta clase de estudios, los dos factores del drenaje constituidos por la "textura" y la "densidad".

Ambos factores, sólo son cuantificables de un modo correcto y positivo estudiándolos sobre las fotografías aéreas, pues de otro modo escapan a la observación humana, aún utilizándose los mapas más exactos y detallados; la "textura del drenaje" porque solo en las fotografías aéreas se pueden apreciar los micro-rasgos del mismo, que dan carácter a las diferentes texturas; y la "densidad", porque solo puede medirse en su totalidad en las imágenes fotográficas aéreas.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS DEL TEXTO

- BANDAT, Horst F. von. "Aerogeology", Gulf Publishing Co., Houston, Texas, 1962.
- BARTON, Donald C. "Surface Fracture System of South Texas", Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, vol. 17, No 10, October, 1933.
- BAYLEY, W. S. "Pre-Cambrian Geology and Mineral Resources of the Delaware Water Gap and Easton Quadrangles, New Jersey, Pennsylvania", United States Geological Survey Bulletin No. 920, 1941.
- BELCHER, Donald J. "Microforms and Features", Photogrammetric Engineering, vol. 25, No 5, December, 1959.
- COOKE, C. W. "Origin of the So-called Meteorite Scars of South Carolina", Journal of the Academy of Sciences, Washington, D. C., vol. 23, 1933.
- COOKE, C. W. "Discussion of the Origin of the Supposed Meteor Scars of South Carolina", The Journal of Geology, vol. 42, 1934.
- COOKE, C. W. "Geology of the Coastal Plain of South Carolina", Bulletin of the U. S. Geological Survey No 867, 1936.
- COOKE, C. W. "Elliptical Bays in South Carolina and the Shape of Eddies", The Journal of Geology, vol. 48, 1940.
- COTTON, C. A. "Geomorphology", John Wiley & Sons, Inc., New York, 1952.
- DAKE, C. L. y BROWN J. S. "Interpretation of Topographic and Geologic Maps", McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1925.
- DAVIS, W. M. "The Rivers and Valleys of Pennsylvania", National Geographic Magazine, vol. 1, Washington, D. C., 1889.
- DAVIS, W. M. "The Rivers of Northern New Jersey with Notes on the Classification of Rivers in General", National Geographic Magazine, vol. 2, Washington, D. C., 1890.
- DAVIS W. M. The Geographical Journal, vol. 5, 1895.
- DAVIS, W. M. "The Seine, the Meuse, and the Moselle", National Geographic Magazine, vol. 7, Washington, D. C., 1897.
- DAVIS, W. M. Bulletin of the Geological Society of America, vol. 38, 1906.

- DAVIS, W. M. "The Cycle of Erosion and the Summit Level of the Alps", *The Journal of Geology*, vol. 31, 1923.
- DE BLEUX, Charles "Photogeology in Gulf Coast Exploration" *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 33, N^o 7, July, 1949.
- EARDLEY, A. J. "Aerial Photographs: Their Use and Interpretation", Harper & Brothers Publishers, New York, 1947.
- ENGELN, O. D. von. "Geomorphology" (Systematic and Regional), The Macmillan Co., New York, 1949.
- FAY, Albert H. "A Glossary of the Mining and Mineral Industry", Department of the Interior, Government Printing Office, Washington, D. C., 1920.
- FINCH, Vernon C. y TREWARTHA, Glenn T. "Elements of Geography", McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1949.
- FISK, H. N. "Geological Investigations of the Alluvial Valley of the Lower Mississippi River", Mississippi River Commission, Vicksburg, Mississippi, December, 1944.
- GRABAU, Amadeus W. "Principles of Stratigraphy" (Chapter 3: Rivers), A. G. Seiler, New York, 1937.
- GRANT, Chapman. "A Biological Explanation of Carolina Bays", *Science Monthly*, vol. 61, 1945.
- GÜNTHER, Siegmund. "Lehrbuch der Physikalischen Geographie", Stuttgart, 1891.
- HARTMAN, Ronald R. e ISAACS, Kalman N. "System in Photogeology", *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 42, N^o 5, May, 1958.
- HOLMES, Arthur. "Principles of Physical Geology", Thomas Nelson, Edinburgh, 1953.
- HORTON, Robert E. "Erosional Development of Streams and their Drainage Basins" (Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology). *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. 56, N^o 3, March, 1945.
- HORROCKS, N. K. "Physical Geography and Climatology", Longmans, Green and Company, London, 1958.

JAMES, P. E. "An Outline of Geography", Ginn & Co., Chicago, 1935.

JOHNSON, Douglas W. "Streams and their Significance". The Journal of Geology, vol. 40, Nº 6, 1932.

JOHNSON, Douglas W. "Origin of the Supposed Meteorite Scars of Carolina", Science, vol. 84, 1936.

JOHNSON, Douglas W. "Origin of the Carolina Bays", Columbia University Press, Nueva York, 1942.

KRYNINE, Dimitri P. y JUDD, William R. "Principles of Engineering Geology and Geotechnics" (Chapter 7: Maps and Airphotos - Airphoto Interpretation), McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1957.

KATZ, Amron H. "Air Force Photography", Photogrammetric Engineering, vol. 14, Nº 4, December, 1948.

LAHEE, Frederick H. "Field Geology" (Chapter 17: Airplane Mapping Application to Geology). McGraw-Hill Book Co., Inc. New York, 1952.

LEET, L. D. y JUDSON, S. "Physical Geology", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1958.

LEINZ, Viktor, y CAMARGO MENDES, Josué. "Vocabulário Geológico", Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Departamento de Geologia e Paleontologia, São Paulo, 1951.

LOBECK, A. K. "Geomorphology" (An Introduction to the Study of Landscapes). McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1939.

LUEDER, D. R. "Aerial Photographic Interpretation" (Principles and Applications), McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1959.

MACAR, Paul, "Principes de Géomorphologie Normale" (Etude des Formes du Terrain des Régions à Climat Humide). H. Vaillant-Carmanne, S. A., Liège, 1946.

MARTONNE, EMMÉ DE. "Traité de Géographie Physique", Armand Colin, Paris, 1951.

MELTON, Frank A. y SCHRIEVER, William. "The Carolina Bays are they meteorite scars?", The Journal of Geology, vol. 41, 1933.

- MELTON, Frank A. "Reply to article by C. W. Cooke on the Origin of the supposed Meteor Scars". The Journal of Geology, vol. 42, 1934.
- MELTON, Frank A. Cita de W. S. Levings como comunicación personal, en "Aerogeology in Mineral Exploration", Quarterly of the Colorado School of Mines, vol. 39, N° 4, Golden, Colorado, October, 1944.
- MELTON, Frank A. "Problems of the Photogeologist in 'Flatland' Regions of Low Dip", Photogrammetric Engineering, vol. 22, No 1, March, 1956.
- MILLER, Victor C. "Some Factors Causing Vertical Exaggeration and Slope Distortion on Aerial Photographs", Photogrammetric Engineering, vol. 19, N° 4, September, 1953.
- MILLER, Victor C. "Photogeology" (Chapter 2: Stereoscopy - Vertical Exaggeration and Model Distortion), McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1961.
- MONKHOUSE, F. J. "The Principles of Physical Geography", University of London Press, Ltd., London, 1959.
- MULLER, Siemon William. "Permafrost or Permanently Frozen Ground and Related Engineering Problems" (Glossary). J. W. Edwards, Ann Arbor, Michigan, 1947.
- PARVIS, Merle. "Drainage Pattern Significance in Airphoto Identification of Soils and Bedrocks", 29th Annual Highway Research Board Conference, Washington, D. C., December, 1949. Reprinted: Photogrammetric Engineering, vol. 15, N° 3, 1950.
- PROUTY, W. F. "Carolina Bays and their Origin", Bulletin of the Geological Society of America, vol. 63, N° 2, February, 1952.
- RAY, Richard G. y FISCHER, William A. "Quantitative Photography - A Geologic Research Tool", Photogrammetric Engineering, vol. 26, N° 1, March, 1960.
- SAGER, R. C. "Aerial Analysis of Permanently Frozen Ground", Photogrammetric Engineering, vol. 17, N° 4, September, 1951.
- SMITH, H. T. U. "Aerial Photographs and their Applications", Harper & Brothers Publishers, New York, 1943.
- SPARKS, B. W. "Geomorphology", Longmans, Green & Co., Ltd., London, 1960.

STAMP, L. Dudley. "A Glossary of Geographical Terms" Longmans, Green & Co., Ltd., London, 1961.

TARR, R. S. Bulletin of the American Geographical Society, vol. 40, 1908.

TATOR, Benjamin A. "Drainage Anomalies in Coastal Plain Regions", Photogrammetric Engineering, vol. 20, N° 3, June 1954.

THORNBURY, William D. "Principles of Geomorphology" (21. Tools of the Geomorphologists: Clues to Airphoto Interpretation), John Wiley & Sons, New York, 1954.

VERNON, R. O. "Geology of Citrus and Levy Counties, Florida", Florida Geological Survey Bulletin N° 33, 1951.

WOOLDRIDGE, S. W. y MORGAN, R. S.

WORCESTER, Philip G. "A Textbook of Geomorphology", D. Van Nostrand Co., Inc., New York, 1949.

WRIGHT, W. B. "The Quaternary Ice Age", Macmillan, London, 1914.

ZERNITZ, E. R. "Drainage Patterns and their Significance", The Journal of Geology, vol. 40, N° 6, 1932.

I N D I C E

	Pág.
Importancia de la red hidrográfica, considerada como clave analítica para identificación de las imágenes fotográficas aéreas de los rasgos naturales	1
Principales elementos físicos determinantes del drenaje....	4
a) Control litológico	5
b) Control estructural	7
c) Control por zonas y líneas de debilidad	12
Principales criterios utilizados en el análisis del drenaje ...	13
1) Análisis individual del drenaje	15
2) Clasificación genésica del drenaje	16
Ríos monógenos	19
I.—Ríos consecuentes	19
II.—Id. insecuentes	24
III.—Id. subsecuentes	25
IV.—Id. resecuentes	27
V.—Id. obsecuentes	28
VI.—Id. desbordantes	29
VII.—Id. glaciáricos	32
VIII.—Id. subterráneos	32
Ríos polígenos	32
Ríos mixtos, compuestos y complejos	32
3) Clasificación sistemática de las configuraciones del drenaje	36
I.—Configuraciones naturales del drenaje	41
1.—Configuraciones ordenadas o regulares....	41
A.—Dendrítica	41
A ₁ —Subdendrítica	46
A ₂ —Pinada	47
A ₃ —Asimétrica	47
B.—Enrejada	48
B ₁ —Rectangular	53
B ₂ —Angular	56

	Pág.
C.—Paralela	56
C ₁ —Subparalela	58
C ₂ —Colinear	58
D.—Radial	59
D ₁ —Centrifuga	59
D ₂ —Centripeta	59
D ₃ —Dicotómica	62
D ₄ —Distributaria	62
E.—Anular	66
F.—Trenzada	69
G.—Kárstica	69
2.—Configuraciones desordenadas o irregulares	70
A.—Anastomosada	70
B.—Reticular	72
C.—Retorcida	74
D.—Lagunar	74
E.—Errática	74
F.—Compleja	74
G.—Anómala	75
H.—Fantasma	76
3.—Tipos especiales	76
A.—Yazoo	76
B.—Cubeta glaciárica	77
C.—Termokárstica	78
D.—Espoloneada	79
E.—Elíptica	80
II.—Configuraciones artificiales del drenaje	87
A.—Rectilínea	87
B.—Ilusoria	88
4) Textura del drenaje	88
5) Densidad del drenaje	91
6) Homogeneidad o uniformidad del drenaje	93
7) Grado de integración del drenaje	94
8) Análisis de la configuración regional del drenaje	96
Notas bibliográficas del texto	97