

PAOLO PLINI (*) & GIANCARLO TONDI (**)

PRIMI DATI SULLA GERARCHIZZAZIONE
DEL RETICOLO IDROGRAFICO E SULLE CONDIZIONI EVOLUTIVE
DELL'ALTO BACINO DEL F. TRONTO (APPENNINO LAZIALE)

Riassunto. — E' stata condotta l'analisi geomorfica quantitativa del reticolo idrografico dell'alto bacino del f. Tronto. I valori dei parametri considerati mostrano una generale disorganizzazione del reticolo ed una elevata anomalia gerarchica. Sono stati confrontati i dati relativi all'intero bacino con quelli di due bacini parziali, fosso di Selva Grande e fosso Pescara, impostati rispettivamente su litotipi marnoso-arenacei e calcarei. I risultati evidenziano una maggiore gerarchizzazione del bacino del f.so Pescara anche rispetto all'intero bacino dell'alto Tronto. Dall'analisi ipsometrica l'Alto bacino del f. Tronto risulta trovarsi in uno stadio evolutivo abbastanza maturo, pur presentando fenomeni di ringiovanimento.

Abstract. — *First data on the hierarchical organization and the evolutive conditions of the upper basin of F. Tronto (Latium Apennines).*

The quantitative geomorphical analysis of the upper basin of f. Tronto has been made. Parameters show a disorder in the drainage basin and a high hierarchical anomaly. Two partial catchments were examined and the results show a better hierarchical organization of fosso Pescara which basin finds itself in an area formed by limestones. The hypsometric analysis shows a stage of moderate equilibrium of the basin, and a partial renewal of erosional processes.

Key words: basin F. Tronto, Latium Apennine.

Premessa.

I Monti della Laga, da alcuni anni, sono al centro di sistematiche indagini naturalistiche condotte dagli autori allo scopo di valutare la situazione ambientale dell'area, futuro Parco naturale.

Per delineare i rapporti che intercorrono tra ambiente biotico ed ambiente fisico e per giungere ad una valutazione di massima dell'ero-

(*) Via Altino 8, 00183 Roma.

(**) Via A. Friggeri 82, 00136 Roma.

sione superficiale, è stata intrapresa l'analisi geomorfologica dell'Alto bacino del f. Tronto, con particolare riguardo al versante laziale della dorsale della Laga. Il presente lavoro riporta i risultati preliminari della ricerca, relativi all'analisi della gerarchizzazione del reticolo idrografico e delle condizioni evolutive dell'Alto bacino del f. Tronto mediante indagine ipsometrica.

Date le peculiarità litologiche (*Flysch della Laga*) e strutturali (*Anticlinale della Laga*) i Monti della Laga presentano un'interessante dinamica geomorfica.

Geomorfologia e Tettonica.

L'alto bacino del f. Tronto identifica la conca-altopiano di Amatrice (Rieti) nell'Appennino laziale. Gran parte del bacino è impostato su litotipi flyschoidi della formazione marnoso-arenacea della Laga (Miocene medio-superiore); sopra un'area pari al 10% dell'intero bacino affiorano litotipi calcarei della Serie Umbro-Marchigiano-Sabina.

I Monti della Laga, sotto il profilo strutturale, appartengono all'unità paleogeografica miocenica dell'Avanfossa Appenninica. Sono costituiti da un anticlinale con asse NW-SE (*Anticlinale della Laga*), leggermente convessa verso W, sospinta con lieve sovrascorrimento sugli antistanti terreni miocenici ed evidenziata da un terrazzo tettonico, che costeggia tutto il versante SW intorno a quota 1600, fino ad annullarsi presso Campotosto (L'Aquila). In corrispondenza del fosso di Selva Grande viene ipotizzata la presenza di una linea di faglia con andamento trasversale E-W. La struttura calcarea di base (*Scaglia Eo-Oligocenica*) è ricoperta da una successione di sedimenti pelagici, con potenti bancate di flysch miocenico all'apice (*Flysch della Laga*).

La serie stratigrafica dei terreni miocenici permette di distinguere due facies, una essenzialmente arenacea, al tetto, ed una prevalentemente marnoso calcarea alla base.

Schematicamente (fig. 1), dal basso verso l'alto si individuano cinque livelli principali:

- 1 - Marne più o meno argillose - spessore ca. 20-30 m - Miocene inferiore
- 2 - Marne calcaree e calcare marnoso (*Bisciario*) - spessore ca. 100 m - Langhiano
- 3 - Marne arenacee (*Screja*) con intercalazioni di calcareniti organogene (*Cerrogna*) - spessore ca. 100 m - Langhiano-Elveziano
- 4 - Marne grigie laminate - spessore 20-30 m - Tortoniano

5 - Flysch marnoso arenaceo torbido con alternanze di marne, argille ed arenarie gradate, potenti banchi di molasse e livelli gessiferi - spessore ca. 800-1000 m - Tortoniano sup.-Messiniano (Miocene medio-sup.).

Le testate dei banchi arenacei vengono modellate con sporgenze e rientranze dalle acque di precipitazione, mentre l'erosione procede molto rapidamente, manifestandosi in modo particolare nei tipici *fossi*, profonde valli incassate spesso dai profili spezzati, ed in caratteristiche forme d'erosione *a zampa d'oca* che evolvono verso una morfologia calancoide nei versanti più acclivi.

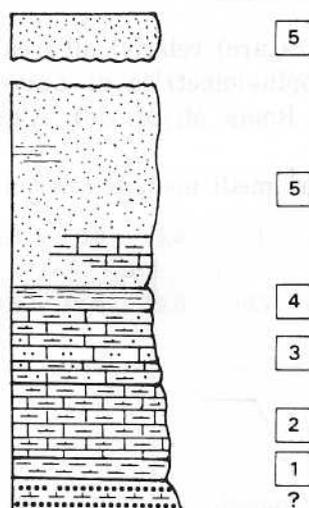


Fig. 1. — Colonna stratigrafica relativa alla formazione marnoso arenacea della Laga. Con ? sono indicati i livelli basali Eo-Oligocenici (Scaglia cinerea).

L'azione erosiva degli agenti meteorici ha determinato anche la scomparsa delle ultime tracce glaciali quaternarie ancora ben evidenti nei gruppi limitrofi; le uniche testimonianze del glacialismo, che pure fu intenso nella zona, sono i pochi resti morenici nei pressi di Illica.

L'anticlinale della Laga si inserisce nell'area molassica compresa fra gli archi calcarei umbro-marchigiano (m.ti Sibillini - m.te Utero) ed Abruzzese-Sannita (Gran Sasso - m.te Morrone). Lo stile tettonico dell'area neogenica è caratterizzato dalla presenza di un sistema longitudinale di pieghe, che, in prossimità dei rilievi calcarei danno origine a rovesciamenti e faglie. I litotipi calcarei che affiorano sul versante sinistro del bacino, in corrispondenza di m.te Utero, m.te Pizzuto e m.te Prato, sono riconducibili alla Serie calcareo-dolomitica Retico-Liassica dei m.ti Sibillini ed alla Serie dei terreni a prevalente facies Umbro-Marchigiano, dal Lias superiore all'Oligocene.

Il sistema di faglie e pieghe-faglie accertate coincide con i sovrascorimenti dell'arco dei m.ti Sibillini sui terreni molassici.

« La rete idrografica asseconda il sistema longitudinale appenninico interno » (SEGRE, 1948). Il f. Tronto, giunto in prossimità dell'arco calcareo dei m.ti Sibillini, volge bruscamente verso l'Adriatico, incidendo profondamente i terreni miocenici e mettendo a nudo gli strati più antichi (*Scaglia cinerea Eo-Oligocenica*).

Informazioni più particolareggiate sulla geologia e sulla tettonica del bacino si possono attingere da SEGRE (1948), DEMANGEOT (1953), DEVOTO & PRATURLON (1973) e CASTELLARIN *et alii* (1978).

Condizioni climatiche.

I parametri climatici (precipitazioni e temperature) relativi all'area in esame sono stati rilevati dalla Stazione Termopluviometrica di Amatrice (RI) - Lat. N 42° 37', Long 0° 50' E (Mer. Roma M. Mario), Alt. 955 m s.l.m. .

Il climogramma (fig. 2), elaborato con i valori medi mensili relativi

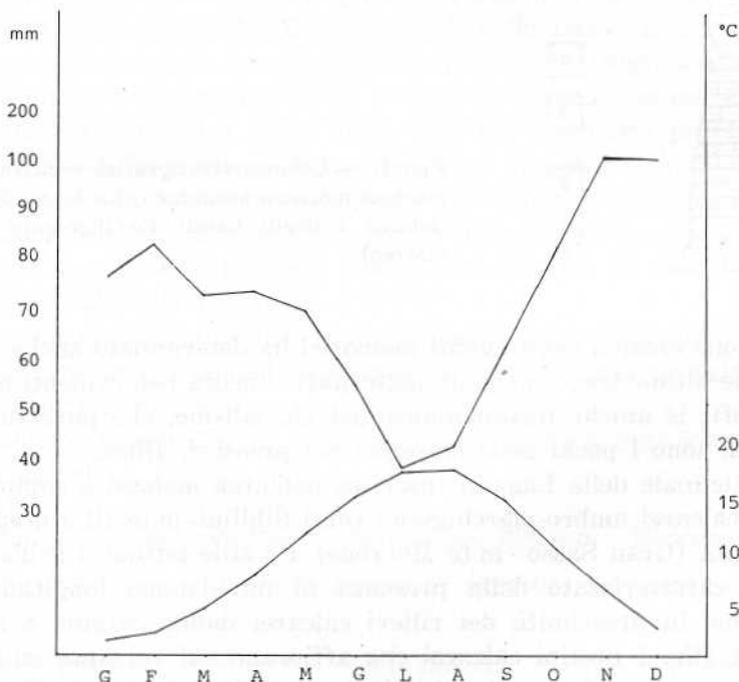


Fig. 2. — Climogramma relativo al cinquantennio 1934-1983. Stazione Termopluviometrica di Amatrice (Rieti), 955 m s.l.m. .

al cinquantennio 1934-1983 (tab. I), secondo BAGNOULS & GAUSSEN (1953), rivela la mancanza di periodi di aridità, temperature medie non troppo elevate e precipitazioni abbondanti concentrate tra ottobre ed aprile. Secondo WALTHER & LIETH (1960) il clima è di tipo peninsulare appenninico, mediterraneo-montano con piogge invernali. La neve cade generalmente da novembre a marzo, concentrandosi soprattutto nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio.

TABELLA I. — Temperature e precipitazioni medie mensili relative al cinquantennio 1934-1983. Stazione termopluviometrica di Amatrice (Rieti), 955 m s.l.m..

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1.4	2.3	5.0	8.1	12.3	16.0	18.5	18.6	15.6	10.9	6.6	2.8	°C
76.5	82.9	72.6	73.7	69.5	54.3	37.7	42.2	62.3	82.8	105.5	101.0	mm

Metodologia di indagine.

Sulla base della cartografia I.G.M. in scala 1:25000, è stato identificato il bacino idrografico dell'alto Tronto e per confronto, sono stati considerati i due bacini parziali del f.so di Selva Grande e del f.so Pescara (fig. 3). Sono state cartografate tutte le linee di drenaggio superficiale, escluse quelle artificiali, e sono state quindi classificate secondo l'ordine d'influenza.

Lo studio quantitativo è stato eseguito secondo i metodi proposti da HORTON (1945), STRAHLER (1958), AVENA, GIULIANO & LUPA PALMIERI (1967) e AVENA & LUPA PALMIERI (1969).

Per l'analisi dell'evoluzione del reticolo idrografico mediante parametri ipsometrici è stato adottato il metodo percentuale di STRAHLER (1952).

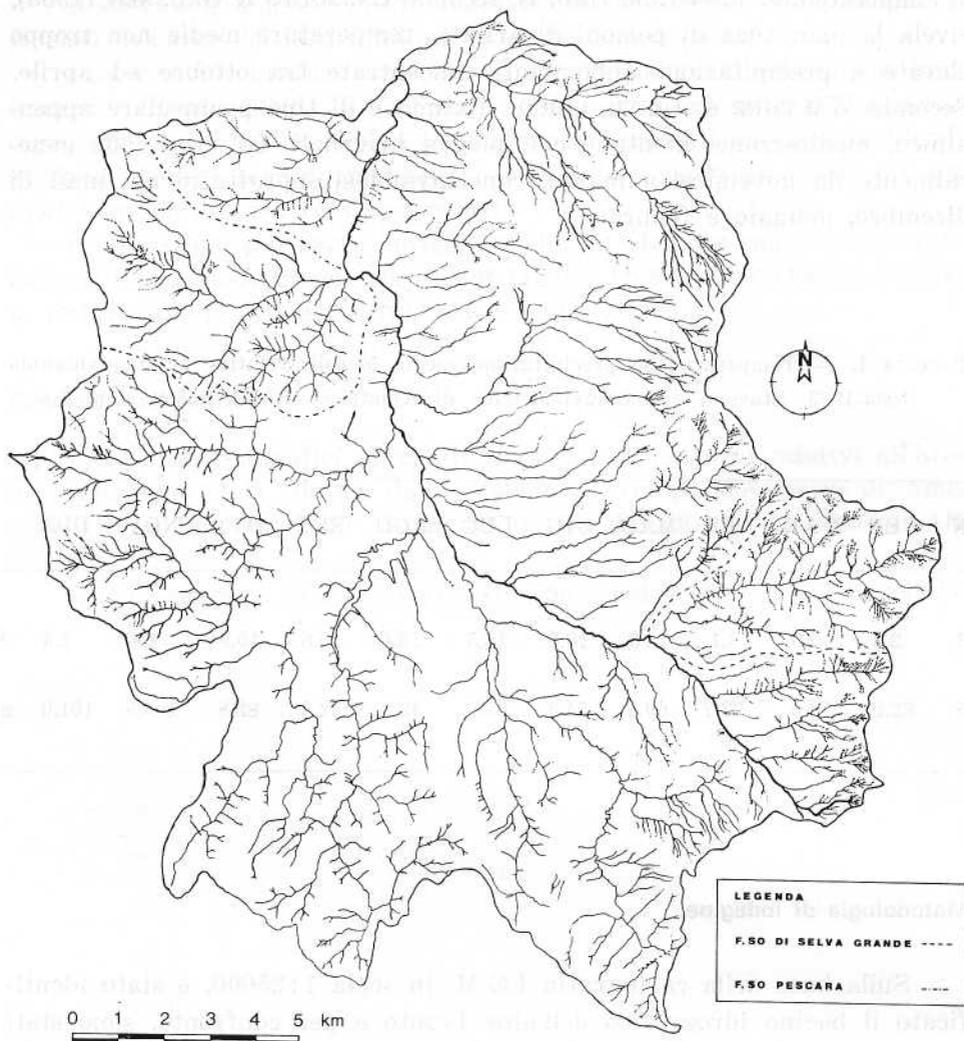


Fig. 3. — Reticolo idrografico dell'Alto bacino del f. Tronto.

Caratteristiche fisiografiche dei bacini.

F. TRONTO (ALTO BACINO)

Superficie: kmq 279.5 (alla confluenza t. Chiarino)

Altezza max: 2458 m s.l.m. (m.te Gorzano)

Altezza min: 690 m s.l.m. (loc. Grisciano)

Altezza media: 1150 m s.l.m.

CONDIZIONI CLIMATICHE

Temp. media annua: 9.9 °C

Temp. medie mensili: min 1.4 °C (gen), max 18.6 °C (ago)

Prec. medie annue: 860 mm

Prec. medie mensili: max 105.5 (nov), min 37.7 mm (lug)

Clima generale: peninsulare appenninico, mediterraneo-montano con piogge invernali

Fitoclima: submediterraneo (UNESCO-FAO, 1963)

F.SO DI SELVA GRANDE

Superficie: kmq 16.0

Altezza max: 2458 m s.l.m. (m.te Gorzano)

Altezza min: 1000 m s.l.m. (loc. Capricchia)

F.SO PESCARA

Superficie: kmq 20.5

Altezza max: 1903 m s.l.m. (m.te Pizzuto)

Altezza min: 750 m s.l.m. (loc. Libertino)

Analisi geomorfica quantitativa.

Lo stato di organizzazione, e quindi di evoluzione, dei reticoli idrografici può essere tradotto quantitativamente mediante parametri che ne esprimono il grado di gerarchizzazione; questo dipende, a sua volta, dalle condizioni litologiche, tettoniche, climatiche e vegetazionali in cui i reticoli stessi si sviluppano. (CICCACCI *et alii*, 1980).

Per quantificare i rapporti tra le varie aste fluviali dell'Alto bacino del f. Tronto sono stati considerati i seguenti parametri espressivi della gerarchizzazione del reticolo:

- Rapporto di biforcazione (R_b)
- Rapporto di biforcazione diretto (R_{bd})
- Indice di biforcazione (R)
- Numero di anomalia gerarchica (G_a)
- Indice di anomalia gerarchica (Δa)
- Densità di anomalia gerarchica (g_a)

Tali parametri sono stati calcolati sia per l'intera area, sia per i due bacini parziali (tab. II).

Il rapporto di biforcazione, calcolato con l'espressione $Nu/Nu+1 = Rb$ (dove u esprime l'ordine dei segmenti fluviali), è considerato da diversi autori come una grandezza abbastanza stabile per aree sufficientemente vaste ed omogenee, con valori normali compresi tra 3 e 5 (AVENA *et alii*, 1967 e AVENA & LUPIA PALMIERI, 1969).

Per una migliore valutazione dell'organizzazione gerarchica del reticolo, si è preferito utilizzare la media ponderata anzichè quella aritmetica.

Per il bacino del f. Tronto è stato calcolato un rapporto di biforcazione di 4.11, valore relativamente elevato che indica una notevole disor-

TABELLA II. — Confronto tra i dati espressivi della gerarchizzazione del reticolo idrografico nei bacini considerati.

	ALTO TRONTO	FOSSO SELVA GRANDE	FOSSO PESCARA (tot.)	FOSSO PESCARA (sup.)
Rb	4.11	4.58	5.21	4.02
Rbd	3.03	3.19	3.86	3.56
R	1.08	1.39	1.34	0.46
Ga	1793	236	70	8
Δa	1.18	1.15	0.55	0.21
ga	6.41	14.75	3.37	0.62

ganizzazione nella geometria del reticolo « tipica delle aree controllate dalla tettonica e caratterizzate da eterogeneità litologica » (CICCACCI *et alii*, 1980).

Nel bacino parziale del f.so di Selva Grande il rapporto di biforcazione è di 4.58, mentre in quello del f.so Pescara è di 5.21. Tali valori indicherebbero una maggiore disorganizzazione di un reticolo impostato su litotipi eterogenei, prevalentemente calcareo-marnosi, rispetto ad un altro sviluppato su terreni flyschoidi marnoso-arenacei.

Per verificare i valori espressi dal Rb , è stato calcolato in primo luogo il rapporto di biforcazione diretto, che ha un valore medio ponderato di 3.03 per l'intero bacino e, rispettivamente, di 3.19 e 3.86 per i bacini parziali. Tali valori differiscono sensibilmente da quelli del rapporto di biforcazione ponderato perchè nel computo di Rbd sono considerate le relazioni effettivamente esistenti tra aste fluviali di ordini di-

versi, utilizzando soltanto le influenze che si inquadrano in una struttura gerarchizzata del reticolo.

A causa dei differenti valori di Rb e Rbd , è stato calcolato l'indice di biforcazione R per il bacino del f. Tronto e per quelli dei due affluenti esaminati.

Secondo AVENA & LUPIA PALMIERI (1969), il valore minimo teorico di questo parametro è $Rb - Rbd = 0$, cioè quando $Rb = Rbd$, ed identifica la condizione di massima gerarchizzazione e conservatività del reticolo idrografico. I valori ottenuti, di 1.08 per l'intero bacino e di 1.39 e 1.35 per i bacini parziali, indicano un'organizzazione idrografica molto disordinata. Il numero di anomalia gerarchica (Ga), che indica il numero minimo di aste fluviali di ordine 1 necessario per gerarchizzare perfettamente il reticolo, è di 1793 per l'Alto bacino del f. Tronto, di 236 per il f.so di Selva Grande e di 70 per il bacino del f.so Pescara.

Sono stati, quindi, ricavati i valori dell'indice di anomalia gerarchica (Δa) mediante l'espressione $\Delta a = Ga/N_1$, dove con N_1 è indicato il numero di aste di primo ordine. Il valore di questo parametro è tanto più alto quanto maggiore è il numero di aste gerarchicamente « anomale », quelle cioè che non confluiscono in segmenti fluviali di ordine immediatamente superiore (AVENA *et alii*, 1967). I valori dell'intero bacino (1.18) e del f.so di Selva Grande (1.15) sono piuttosto elevati ed assai simili tra loro, mentre per il bacino del f.so Pescara si è ottenuto un valore di 0.55 non particolarmente alto che indicherebbe una minore anomalia del reticolo.

Un significato analogo al Δa presenta la densità di anomalia gerarchica (ga), che esprime il numero di influenze anomale per kmq. I valori calcolati in base all'espressione $ga = Ga/kmq$, sono tra loro direttamente confrontabili perché riportati sull'unità di superficie.

E' interessante notare la vistosa differenza tra i risultati relativi ai due bacini parziali, rispettivamente 14.75 e 3.37. Questa discrepanza tra i valori dei due bacini è probabilmente da ricollegare alle differenze litologiche dei terreni interessati. Per questo motivo è stata condotta un'ulteriore indagine, analizzando i parametri gerarchici relativi al semibacino superiore del fosso Pescara (oltre i 1000 m di quota), impostato su litotipi schiettamente calcarei, e confrontando tali dati con quelli relativi ai bacini parziali del fosso Pescara e del fosso di Selva Grande (cfr. tab. II).

I valori ottenuti confermano l'importanza del litotipo sul grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; in particolare, quelli relativi a R e ga (0.46 e 0.62) evidenziano una maggiore gerarchizzazione del semibacino impostato sui calcari rispetto all'intero reticolo idrografico del f.so Pescara impostato su litotipi eterogenei. Le differenze sono ancora più marcate confrontando questi dati con quelli relativi al f.so di Selva Grande totalmente impostato su terreni marnoso-arenacei, facilmente erodibili.

Analisi ipsometrica ed evoluzione del bacino.

Applicando il metodo percentuale proposto da STRAHLER (1952), è stata costruita la curva ipsografica dell'Alto bacino del f. Tronto (fig. 4).

La curva mostra una generale concavità che tende, altresì, ad una lieve convessità nella parte inferiore, per chiudersi con una brusca variazione di pendenza. Nel complesso, un andamento di questo tipo indica uno stadio evolutivo del bacino abbastanza maturo; d'altro canto, l'inflessione terminale della curva sarebbe da ricollegare ad almeno due fattori:

a) movimenti neotettonici locali, che avrebbero innescato fenomeni di ringiovanimento del bacino, testimoniati dai terrazzi fluviali siti ai piedi dei Monti della Laga;

b) interventi antropici, che, come i precedenti, turbano tuttora l'equilibrio geomorfologico generale del bacino, « provocando una risposta diversificata dei processi erosivi nelle varie zone » (CICCACCI *et alii*, 1980).

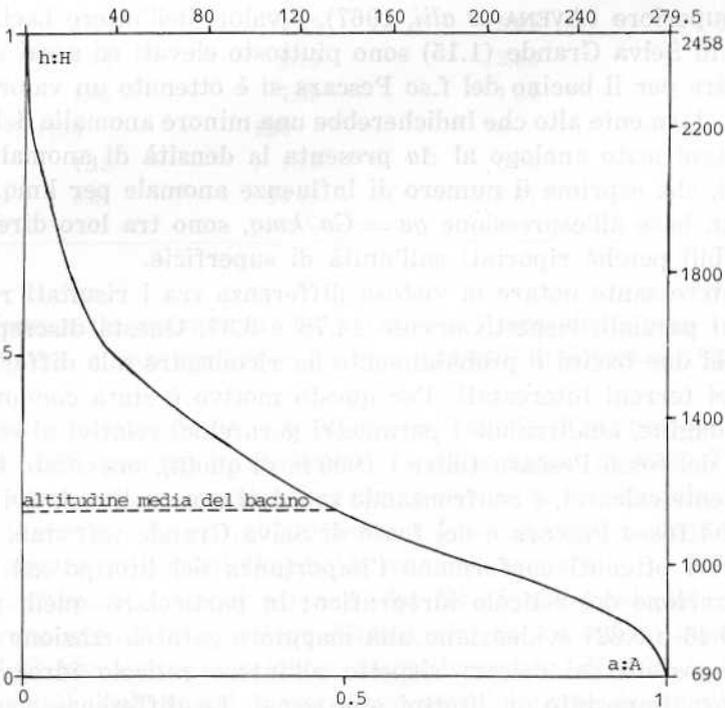


Fig. 4. — Curva ipsografica dell'Alto bacino del f. Tronto.

BIBLIOGRAFIA

- AVENA G. C., GIULIANO G. & LUPIA PALMIERI E., 1967 - Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali - *Boll. Soc. geol. it.*, 86: 781-796.
- AVENA G. C. & LUPIA PALMIERI E., 1969 - Analisi geomorfica quantitativa in: « Idrogeologia dell'Alto bacino del Liri (Appennino Centrale) » - *Geol. Rom.*, 8: 319-378.
- BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xéothermique - *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 88: 193-289.
- CASTELLARIN A., COLACICCHI R. & PRATURLON A., 1978 - Fasi distensive, trascorrenze e sovrascorrimenti lungo la 'linea Ancona-Anzio', dal Lias Medio al Pliocene - *Geol. Rom.*, 17: 161-189.
- CICCACCI S., FREDI P., LUPIA PALMIERI E. & PUGLIESE F., 1980 - Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali - *Boll. Soc. geol. it.*, 99: 455-516.
- DEMANGEOT J., 1953 - La struttura della regione della Laga (Abruzzi) - *Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sci. mat. fis. nat.*, Ser. 8°, 14 (1): 127-130.
- DEVOTO G. & PRATURLON A., 1973 - L'Appennino Centrale - *Acc. Naz. Lincei*, Quaderno 183: 83-90.
- HORTON R. E., 1945 - Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 56: 275-370.
- SEGRE A. G., 1948 - L'Anticlinale della Laga e la tettonica del confine Marchigiano-Abruzzese - *La Ricerca Scientifica*, anno 18, n. 3-4, C.N.R. Roma.
- STRAHLER A. N., 1952 - Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 63: 1117-1142.
- STRAHLER A. N., 1958 - Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 69: 279-300.
- UNESCO-FAO, 1963 - Carte bioclimatique de la zone Méditerranéenne, Paris, pp. 1-60.
- WALTHER H. & LIETH E., 1960-64 - Klimadiagramm - Welt-atlas - *G. Fisher Verlag*, Jena.