

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A

VOL. LXXVIII - ANNO 1971

PROCESSI VERBALI 1971

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1971

I N D I C E

MEMORIE

GRAZZINI M. - Identificazione di minerali di serpentino nelle brecce di Vincigliata (Firenze)	Pag. 1
GRAZZINI M. - Applicazione del microscopio elettronico a scansione su superfici di minerali	» 19
BALDACCI F., CERRINA FERONI A. - Sul significato delle ofioliti metamorfiche nelle formazioni detritiche triassiche (Verrucano) in rapporto all'evoluzione embrionale della geosinclinale appenninica. (Nota preliminare)	» 25
RIDOLFI G. - La carta delle acclività del bacino dell'Arno	» 42
RAPETTI F. - Le acclività del bacino dell'Arno in rapporto con i caratteri geolitologici	» 62
PLESI G. - Segnalazione di arenarie vulcaniche rimaneggiate negli olistostromi del «macigno» di M. Antessio (Appennino settentrionale) . .	» 105
GRASSELLINI TROYSI M., PENNACCHIONI M. E. - Cristallografia - cristallografia dei dietilditio carbammati di uranile. - V. $\text{NaUO}_2[\text{S}_2\text{CN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cubico	» 110
FANCELLI GALLETTI M. L. - Ricerche sulla pianura pisana - I° Analisi polliniche di sedimenti quaternari lacustri della zona di Pontedera (Pisa)	» 118
CAPEDRI S., LOSCHI GHITTONI A. G. - Sulle rocce della formazione basica Ivrea-Verbano. 3. Petrografia e evoluzione metamorfica delle rocce filoniane affioranti nella Val Mastallone (Vercelli)	» 135
GIACOMELLI G. P., LARDICCI L. - On the maximum rotation of (S)-1-phenyl-3-methylpentane: determination of the relationship rotatory power-optical purity of (S)-1-phenyl-3-methyl-1-pentanone	» 159
GRIFONI CREMONESI R. - Revisione e studio dei materiali preistorici della Toscana	» 170
MICHELUCCINI M., PUXEDU M., TORO B. - Rilevamento e studio geovulcanologico della regione del M. Cimino (Viterbo - Italia)	» 301
PUXEDDU M. - Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del M. Cimino (Viterbo)	» 329
FERRARI G. A., MAGALDI D., RASPI A. - Studio pedologico del paleosuolo di Monte Longo (Siena)	» 395
DE NEGRI G., RIVALENTI G. - Alcune considerazioni sulla genesi dei giacimenti mangesiferi della Val Graveglia (Liguria)	» 420

PROCESSI VERBALI

Adunanza del 17 febbraio 1971	Pag. 439
Adunanza del 9 giugno 1971	» 440
Adunanza del 21 ottobre 1971	» 441
Assemblea del 9 dicembre 1971	» 442
<i>Elenco dei Soci per l'anno 1971</i>	» 445
<i>Norme per la stampa</i>	» 449

G. RIDOLFI (*)

LA CARTA DELLE ACCLIVITA' DEL BACINO DELL'ARNO (**)

Riassunto — Viene presentata la carta delle acclività del bacino dell'Arno realizzata nell'ambito delle ricerche in atto sull'idrogeologia e, in particolare, sulla erosione del suolo in questo bacino.

Data la vastità del territorio in esame e il suo notevole grado di omogeneità si è ritenuto sufficiente, per grado di approssimazione del disegno e della valutazione quantitativa della distribuzione delle pendenze superficiali, l'uso della carta topografica in scala 1:100.000. Esaminando su tale base la distanza lineare intercorrente fra curve di livello contigue, si è indicata l'appartenenza di ciascun tratto del territorio ad una delle sei classi di acclività considerate e si è proceduto, infine, alla valutazione quantitativa della distribuzione planimetrica ed altimetrica di tali classi sia nell'intero bacino che nei vari sottobacini.

Abstract — The Author presents the map of the gradients of Arno's basin, carried out during the current researching of the hydrogeology and, in particular, about the erosion of the soil in this basin.

Considering the vastness of the territory taken into consideration and its noticeable degree of homogeneity, it was deemed sufficient, for the approximation of the project and the estimated amount of the gradient's arrangement, the use of the topographical map, scale 1:100.000.

By using such scale to verify the linear distance existing between adjoining level curves, it was indicated the appurtenance of each territory extent to one of the six classes of the observed gradient, and it was finally given the appreciation of the quantity of the planimetric and altimetric distribution of such gradients classes, both for the entire basin and the various sub-basins.

PREMESSA

La conoscenza delle forme di un territorio sta necessariamente alla base non solo di ogni studio di geografia, sia fisica che economica ed umana, ma anche di tutte le altre discipline che dell'ambiente morfologico fanno oggetto solo indiretto delle loro indagini.

(*) Istituto di Geografia (Facoltà di Lettere) dell'Università di Pisa.

(**) Il presente lavoro, svolto nell'ambito delle ricerche sull'erosione nel bacino dell'Arno, è stato realizzato con un contributo del C.N.R.

Risultato della complessa e continua opera plasmatrice di molteplici fattori endogeni ed esogeni, la morfologia di un territorio diviene essa stessa elemento che influisce sul clima, sull'erosione, sulle pratiche agricole e, più in generale, sull'insediamento e su molte delle attività dell'uomo. Si comprende, pertanto, come oltre al geografo anche i cultori di numerose altre discipline non possano prescindere dall'attenta considerazione dell'andamento superficiale di un territorio e quindi dalla analisi delle sue tre componenti essenziali: l'altimetria, l'esposizione e le acclività o pendenze superficiali o topografiche. L'esame di queste ultime, in particolare, su cui già lo SPIRIDONOW A. I. [1956] poneva l'accento, affermando come la carta delle acclività sia una delle tre carte morfologiche fondamentali, riveste un significato importante nel campo di studio proprio dell'agronomia e dell'idrologia. Basta ricordare a questo proposito, come, ad esempio, vengano considerati coltivabili, senza l'uso di particolari accorgimenti tecnici, i terreni con pendenze topografiche non superiori al 30%, mentre pendenze del 15-18% (per l'Italia fino ad un massimo del 20%) costituiscono un limite di convenienza economica all'uso delle macchine agricole. Altri limiti si presentano, poi, per l'irrigazione che nel sistema «per scorrimento» non può superare il 2-3%, e che con pendii superiori al 10% non è più praticabile, neppure con sistemi «a pioggia» (G. GIGLIO, G. B. LA MONICA (pp. 305-318) in B. ACCORDI ed altri [1969]; A. ANTONIAZZI, V. PROLI [1966]).

Riguardo all'idrologia, la conoscenza delle pendenze superficiali di un bacino si rivela necessaria soprattutto nello studio di previsione delle piene poiché, come sappiamo, sono inversamente proporzionali al grado di acclività del territorio, sia la capacità di invaso superficiale, sia il tempo di corrivazione e sia la capacità del suolo ad accogliere acqua. Ma oltre a questa influenza sul deflusso naturale delle acque, sembra che le pendenze superficiali esercitino un'azione anche sulle precipitazioni meteoriche, essendo stato dimostrato che le aree con maggiori precipitazioni corrispondono alle superfici con più forte acclività⁽¹⁾.

(1) A questo risultato giungono il POKELS e lo HUBER, il quale ultimo, in particolare, analizzando i rapporti fra precipitazioni e acclività dei versanti nel Cantone di Berna, ricava una formula in cui la precipitazione annua risulta in funzione non solo della quota, ma anche della tangente all'angolo medio della pendenza topografica dei versanti (G. GIGLIO, G. B. LA MONICA (pp. 305-318) in B. ACCORDI ed altri [1969]).

Con la realizzazione di questa carta delle pendenze superficiali si è cercato, pertanto, di dare un primo contributo all'organico piano di studio sull'idrogeologia del bacino dell'Arno e, in particolare, sulla valutazione dell'erosione del suolo⁽²⁾, attualmente oggetto di indagine, questa, sia per via diretta, cioè attraverso l'analisi dei dati delle stazioni torbiometriche, sia per via indiretta, e cioè con lo studio particolareggiato dell'ambiente morfologico e di quello idrogeologico insieme.

L'ARNO E IL SUO BACINO

Dalle sorgenti di Capo d'Arno, sulle pendici meridionali del M. Falterona, a 1358 m s.m., alla foce di Bocca d'Arno, presso Marina di Pisa, il fiume corre per circa 245 km (l'asse della valle è di 223 km) risultando per lunghezza all'ottavo posto fra i fiumi italiani e al secondo fra quelli peninsulari, mentre è al quarto posto, fra i primi, per ampiezza di bacino.

Lungo il suo corso l'Arno attraversa dapprima, in senso longitudinale e con direzione NO-SE, la conca del Casentino, da cui esce, dopo aver ricevuto diversi torrenti, per la stretta di S. Mama verso la piana di Arezzo. Qui compie un'ampia curva ai piedi della dorsale del Pratomagno, accogliendo le acque del Canale Maestro della Chiana, e volgendo quindi ad ovest e poi a nord-ovest per entrare, attraverso la gola dell'Imbuto, nella seconda conca, il Valdarno superiore, che pure percorre in senso longitudinale. Prima di uscire da questo bacino il fiume attraversa la gola dell'Incisa e riceve successivamente, 15 km più a valle, il suo principale affluente di destra, la Sieve, il cui corso superiore appartiene ad un'altra conca,

(2) Mi sembra utile ricordare a questo proposito, che, limitatamente ai rapporti tra pendenze superficiali ed erosione del suolo (o pedologica o accelerata, che si ha, secondo la definizione di vari autori americani e francesi (A. F. GUSTAFSON [1937]; H. H. BENNETT [1939]; J. POUQUET [1951]; M. DERROUAEU [1956]), quando il suolo viene asportato più velocemente di quanto non si formi, in contrapposto all'erosione naturale o geologica o lenta o ordinaria, che si ha nel caso in cui il suolo si riforma più velocemente di quanto non sia asportato) solo entro certi limiti essi sono fra loro direttamente proporzionali, per cui con l'aumento della pendenza superficiale si ha un aumento dell'erosione. Appare evidente, infatti, che nei pendii più ripidi l'acqua scorre via più facilmente, imbevendo e predisponendo all'erosione solo uno strato di spessore limitato, e che nel caso di pendenza infinita (inclinazione di 90°) si hanno le stesse condizioni che in caso di pendenza nulla (B. CORI [1964]).

quella del Mugello. Dopo Pontassieve l'Arno piega decisamente verso ovest mantenendo tale direzione per tutto il resto del suo corso. Tagliata l'anticlinale di M. Ceceri nei pressi di Compiobbi, il fiume entra nel bacino di Firenze, che attraversa questa volta diagonalmente nella sua parte meridionale per uscire, poi, attraverso i meandri incassati della Gonfolina, nella piana di Empoli e nella bassura di Fucecchio (Valdarno inferiore). Infine, da Pontedera al mare, l'Arno scorre nell'ampia pianura pisana con alveo pensile, senza più ricevere, quindi, altre acque, fino alla foce, se non quelle del versante sud-orientale del Monte Pisano⁽³⁾.

Come tutti gli altri fiumi toscani, appenninici e preappenninici, anche l'Arno ha un regime assai irregolare, tipicamente torrentizio, caratterizzato da due massimi invernali a dicembre (portata media mensile a S. Giovanni alla Vena, la più a valle delle stazioni idrometrografiche dell'Arno, 258 mc/s) e a marzo (227 mc/s), e un minimo assoluto in agosto, in cui le portate si riducono intorno agli 11 mc/s.

Tale particolare regime di deflusso rispecchia d'altra parte lo stesso regime d'afflusso, caratterizzato dall'irregolare distribuzione delle piogge, sia in senso spaziale che temporale⁽⁴⁾, e dal precoce

(3) I bacini del Casentino, della Chiana, del Valdarno superiore, del Mugello e di Firenze, dalla caratteristica forma ellittica o rettangolare, sono, com'è noto, delle conche di origine tettonica, dovute essenzialmente a movimenti di ripiegamento o di orogenesi attenuata risalenti alla fine del Terziario e successivi, quindi, al grande sollevamento e corrugamento appenninico. Nel Quaternario inferiore (Villafranchiano) esse erano altrettante conche lacustri, collegate fra loro e scaricanti le loro acque verso sud (Tevere), le prime quattro, e verso ovest l'ultima. Dopo che tali conche si furono colmate con l'apporto continuo di alluvioni più o meno grossolane, i corsi d'acqua che vi scorrevano si unirono, per tracimazione, a formare il corso attuale dell'Arno, il quale, pertanto, viene considerato un corso «composto aggiuntivo». Tratti pure aggiuntivi sono: quello della pianura empolesse, dovuto al continuo avanzamento della foce in seguito ai movimenti epirogenetici che, nel Pleistocene, andarono sollevando i sedimenti del Pliocene su cui, poi, il fiume riversò i suoi materiali di trasporto, e quello della pianura pisana, dovuto ai movimenti eustatici del livello marino. Per questo argomento e per la relativa bibliografia si rimanda a P. PRINCIPI (pp. 3-26) in *ACC. ECON-AGRARIA DEI GEORGOFILII* [1956] ed a (E. GIANNINI, L. PEDRESCHI [1949]).

(4) Le precipitazioni medie massime si registrano sui rilievi maggiori: Pratomeno e Falterona con oltre 1700 mm, montagne pistoiesi con più di 2000 mm; quelle minime nella parte meridionale pianeggiante del bacino, in Valdichiana: media del venticinquennio 1926-'50 a Montepulciano 767 mm; in questa stazione e in quella di Camaldoli, dove sono rilevabili i valori estremi per il bacino, i minimi mensili si hanno a luglio, rispettivamente con 29,5 e 50,5 mm, i massimi in ottobre con 103,3 e 238 mm. (A. MAZZETTI (pp. 27-110) in *ACC. ECON-AGRARIA DEI GEORGOFILII* [1956]).

sciogliersi delle nevi a fine inverno. A questa caratteristica climatica è da riconnettere soprattutto lo stato di rapida evoluzione morfologica della maggior parte del bacino, accentuato localmente da forme di erosione spettacolari (calanchi e biancane della Val d'Era), dato il netto prevalere di formazioni essenzialmente impermeabili o semimpermeabili (argille, marne, scisti argillosi, calcari marnosi e arenarie compatte), su cui, com'è noto, il clima, con le precipitazioni e l'andamento delle temperature soprattutto, esercita una «aggressività» tanto maggiore (e sui suoli di montagna con maggiore effetto che su quelli di pianura) quanto più esse sono abbondanti e concentrate in una stagione umida e fredda contrapposta ad una asciutta e calda (F. FOURNIER [1960]).

Il bacino imbrifero tributario dell'Arno, che viene notoriamente distinto nei cinque sottobacini del Casentino, della Valdichiana, del Valdarno superiore, medio e inferiore (rispetto a Firenze)⁽⁵⁾,

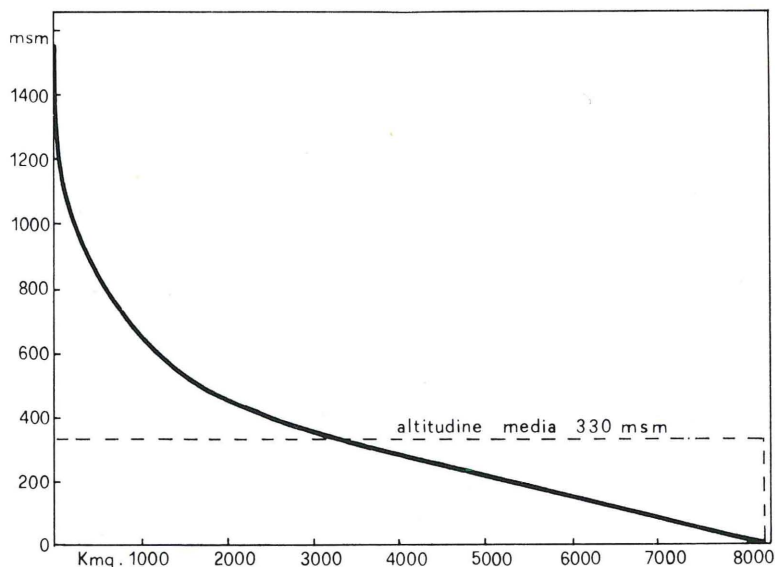


Fig. 1 - Curva ipsografica del bacino dell'Arno.

(5) I limiti inferiori di questi sottobacini sono dati, com'è noto, per il Casentino, dalla confluenza dell'Arno con il Canale Maestro, per la Valdichiana, dallo sbocco in Arno del Canale Maestro, per il Valdarno superiore, dalla confluenza dell'Arno con la Sieve, per il Valdarno medio, dalla confluenza con l'Ombrone pistoiese e, infine, per il Valdarno inferiore, dallo sbocco in mare, con l'esclusione della pianura settentrionale e meridionale pisana, che il fiume attraversa, come si è già detto, chiuso entro argini.

costituisce, con i suoi 8228,09 kmq di superficie (pari a circa un terzo di quella della Toscana), una unità idrografica di vasta estensione particolarmente rilevante anche sotto l'aspetto antropico ed economico⁽⁶⁾. Esso comprende, infatti, entro un limite di circa 375 km di lunghezza, che giunge alla massima altitudine dei 1675 m del M. Falco (Gruppo del M. Falterona), in tutto o in parte il territorio di 154 comuni delle province di Pisa, Lucca, Pistoia, Firenze, Siena, Arezzo e Perugia.

COSTRUZIONE E MISURAZIONE DELLA CARTA DELLE ACCLIVITÀ

Considerata la vasta estensione del bacino e il suo notevole grado di omogeneità (l'altitudine media del bacino è di 344 m e oltre l'85% della sua superficie è compresa al di sotto dell'isoipsa dei 600 m), si è ritenuto già sufficiente, per grado di approssimazione del disegno e della valutazione quantitativa della carta delle acclività, l'uso della carta topografica in scala 1:100.000 dell'Istituto Geografico Militare.

I fogli usati sono stati, pertanto, i seguenti:

F. 97 (S. Marcello Pistoiese), F. 98 (Vergato), F. 99 (Faenza), F. 104 (Pisa), F. 105 (Lucca), F. 106 (Firenze), F. 107 (M. Falterona), F. 108 (Merc. Saraceno), F. 112 (Volterra), F. 113 (Castelfiorentino), F. 114 (Arezzo), F. 115 (Città di Castello), F. 120 (Siena), F. 121 (Montepulciano), F. 122 (Perugia), F. 130 (Orvieto)⁽⁷⁾.

Ricordando che l'equidistanza è in tali carte di 50 m, l'appartenenza di ciascun tratto del territorio ai vari gradi di acclività è

(6) Il territorio del bacino dell'Arno offre vari e notevoli esempi di come l'uomo abbia operato nel corso dei secoli per modificare a suo vantaggio quanto dell'ambiente naturale gli era meno favorevole. Tralasciando le iniziative moderne, fra cui i più recenti lavori dello «scolmatore», da Pontedera al Calambrone, basta ricordare i grandi meriti dei Granduchi in questo campo, cui si devono, oltre ai vari «tagli» e «rettifiche» dell'ultimo tratto del fiume, a valle di Empoli, soprattutto il prosciugamento e la bonifica della Valdichiana (nel 1551 Antonio Ricasoli iniziava lo scavo del Canale Maestro) e del lago di Bientina (i lavori del Canale Emissario o Fosso Imperiale, che convogliava le acque al mare facendole passare al di sotto del letto dell'Arno con la nota «botte», furono terminati nel 1859, giusto pochi mesi prima del plebiscito di ammissione della Toscana al Regno Sardo) (G. CACIAGLI [1969]) e (S. PICCARDI [1956]).

(7) Più esattamente di tali fogli sono state usate delle copie, fornite dall'I.G.M., riproducenti le sole curve di livello, il che ha permesso di eseguire il disegno e le misurazioni con maggiore facilità e precisione.

stato individuato dall'esame della distanza lineare intercorrente fra le curve di livello contigue, mediante il diretto confronto con una scala clivometrica⁽⁸⁾ riportante i seguenti valori:

TABELLA I

Distanza lineare fra le isoipse in mm	Acclività in %	Acclività in gradi	Tipi di acclività
più di 14,2	meno del 3,5	meno di 2	pianura e piano
10	5	3	} acclività dolce
5	10	6	
3,3	15	9	} acclività media
2,5	20	11	
2	25	14	} acclività forte
1,6	30	17	
1,2	40	22	} acclività assai forte
1	50	27	
meno di 1	più del 50	più di 27	}

Riguardo alla scelta delle classi di acclività, mancando ancora al riguardo la possibilità di riferimento ad uno studio teorico, si è seguito l'esempio, oltre che degli autori citati, anche di altri: R. BERNARDI [1962]; B. CORI [1964]; S. VITTORINI [1967]⁽⁹⁾, prendendo quelle più compatibili sia con la scala usata, sia con il generale andamento morfologico del bacino e sia, infine, con il possibile valore applicativo che la carta può avere nello studio e soluzione di problemi tecnici, agrari e idrologici.

⁽⁸⁾ La scala da me costruita è formata da una striscia di plastica trasparente su cui sono tracciati alcuni segmenti di retta divergenti da un punto e intersecati da cinque rette parallele che individuano le sei classi di acclività in base alla distanza lineare delle prime secondo il metodo grafico.

⁽⁹⁾ Da questo A. è stata anche realizzata la carta delle pendenze superficiali del bacino dell'Ombrone grossetano, tuttora inedita.

Sono state quindi considerate le seguenti sei classi di acclività:

TABELLA II

Classi	Distanze lineari fra le isoipsie in mm	Acclività in %	Acclività in gradi	Tipi di acclività
I	più di 14,2	0 - 3,5	0 - 2	pianura e piano
II	14,2 - 5	3,5 - 10	2 - 6	acclività dolce
III	5 - 2,5	10 - 20	6 - 11	» media
IV	2,5 - 1,6	20 - 30	11 - 17	» forte
V	1,6 - 1	30 - 50	17 - 27	» assai forte
VI	meno di 1	più del 50	più di 27	» » »

Per mezzo della scala suddetta sono state così delimitate le varie zone comprese in ciascuna classe ⁽¹⁰⁾ distinguendole, quindi, con diverso tratteggio. Inoltre, per poter valutare la distribuzione delle classi di acclività secondo l'altimetria, sono state riportate con diverso colore sulla carta base tutte le curve di livello di 100 in 100 m, marcando, in particolare, quelle dei 100, 300, 600, 900, 1200 e 1500 m, in modo da evidenziare le varie fasce altimetriche oggetto della seconda misurazione, che sono quelle comprese fra 0-100 m, 300-600 m, 600-900 m, 900-1200 m, e quella superiore ai 1200 metri.

La determinazione quantitativa delle sei classi di pendenza superficiale nell'intero bacino, nelle zone altimetriche e nei cinque sottobacini è stato eseguito mediante misurazione col planimetro polare, che permette approssimazioni fino ad 1/10, integrato, per le porzioni di superficie più piccole, con reticoli millimetrici, ripetendo le misurazioni per un minimo di tre volte e prendendo quindi per definitivo il valore medio ⁽¹¹⁾.

⁽¹⁰⁾ In pratica lo strumento viene usato facendolo semplicemente scorrere lungo un gruppo di isoipse, rispetto alle quali le rette parallele devono rimanere sempre perpendicolari, e leggendo immediatamente per ogni tratto la classe di pendenza cui appartiene.

⁽¹¹⁾ Può venire a riprova dell'accuratezza della misurazione il debole scarto di soli 15 kmq fra il valore così calcolato e quello ufficiale di 8228,09 kmq del Servizio Idrografico Italiano, in base al quale il primo è stato poi corretto.

DISTRIBUZIONE PLANIMETRICA ED ALTIMETRICA DELLE CLASSI DI ACCLIVITÀ

Primo risultato delle valutazioni quantitative della distribuzione delle classi di acclività nel territorio del bacino è il seguente:

TABELLA III

Classi	Acclività in %	Superficie in kmq	Superficie in %	Percentuali progressive
I	0 - 3,5	1336,1	16,2	16,2
II	3,5 - 10	1955,4	23,8	40,0
III	10 - 20	2865,8	34,8	74,8
IV	20 - 30	1575,4	19,1	93,9
V	30 - 50	427,5	5,2	99,1
VI	più del 50	67,9	0,9	100,0
		8228,1	100,0	

Si osserva subito facilmente quanto è più chiaramente rappresentato nel relativo istogramma di frequenza (fig. 2), e cioè come le prime tre classi comprendano da sole i 3/4 dell'intera superficie, in evidente conferma con il netto prevalere, praticamente in tutta la parte centrale e meridionale del bacino, di una caratteristica morfologia sia collinare che di pianura. In particolare notiamo anche come per ordine d'importanza venga innanzitutto la terza classe, quella con pendenze topografiche comprese tra il 10 e il 20%, a cui va circa il 35% dell'area del bacino, seguita dalla seconda, 3,5-10%, con meno di un quarto del totale. Pure ampiamente rappresentate sono le classi del 20-30% e dello 0-3,5%, con rispettivamente il 19% e il 16% della superficie, mentre alle ultime due, comprendenti acclività superiori al 30%, va appena il restante 6% del territorio.

Considerazioni più precise si possono, poi ricavare dalla tab. IV che, insieme alla fig. 3, offre il quadro complessivo della distribuzione delle classi di pendenza superficiale per zone altimetriche. Vi si nota, intanto, che oltre l'85% dell'intero bacino dell'Arno è

compreso fra le isoipse 0 - 600 m, entro il limite altimetrico, cioè, che distingue in media, secondo le classificazioni correnti, i terreni di pianura e di collina⁽¹²⁾.

La prima fascia altimetrica, quella comprendente tutti i terreni posti al di sotto dei 100 m, occupa per estensione circa 1/6 dell'area del bacino (1390 kmq) e si caratterizza come quella propria dei ter-

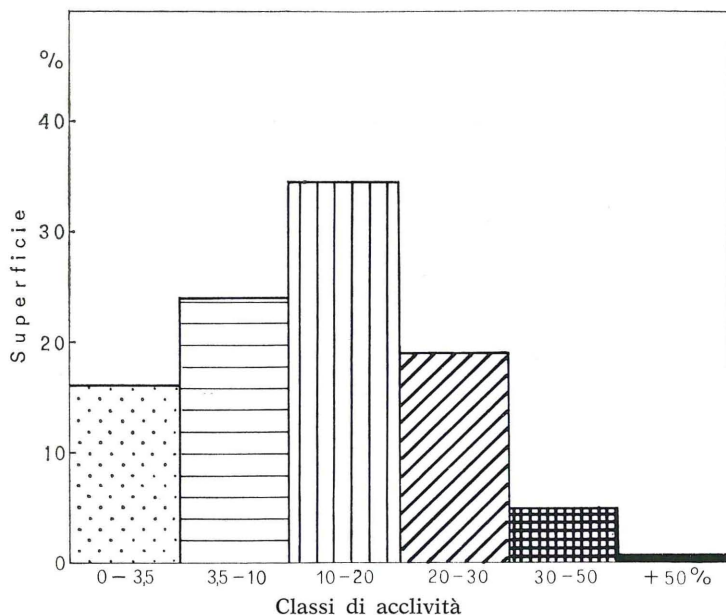


Fig. 2 - Distribuzione delle classi di acclività relativamente alla superficie complessiva del bacino dell'Arno.

reni essenzialmente pianeggianti, poiché per oltre la metà essa non supera l'acclività del 3,5% e, nel complesso, resta definita da una acclività media inferiore al 6%. Presente esclusivamente nel tratto medio e inferiore del Valdarno, rispettivamente per uno e due terzi, essa occupa principalmente, con pendenze superficiali inferiori al 3,5%, l'ampio e piatto fondo della conca di Firenze e la piana bonificata un tempo sede del padule di Fucecchio, e, con acclività della successiva classe del 3,5 - 10%, i fondovalle dei corsi medi e

(12) E' utile ricordare che il limite dei 600 m assume per la Toscana una particolare importanza poiché esso coincide approssimativamente con il limite altimetrico superiore dell'*optimum* di coltura della vite.

inferiori dei tre più importanti affluenti di sinistra dell'Arno: la Pesa, l'Elsa e l'Era.

La seconda zona dei 100 - 300 m risulta la più estesa con 3160 kmq, pari ad oltre il 38% dell'area complessiva del bacino. Questa

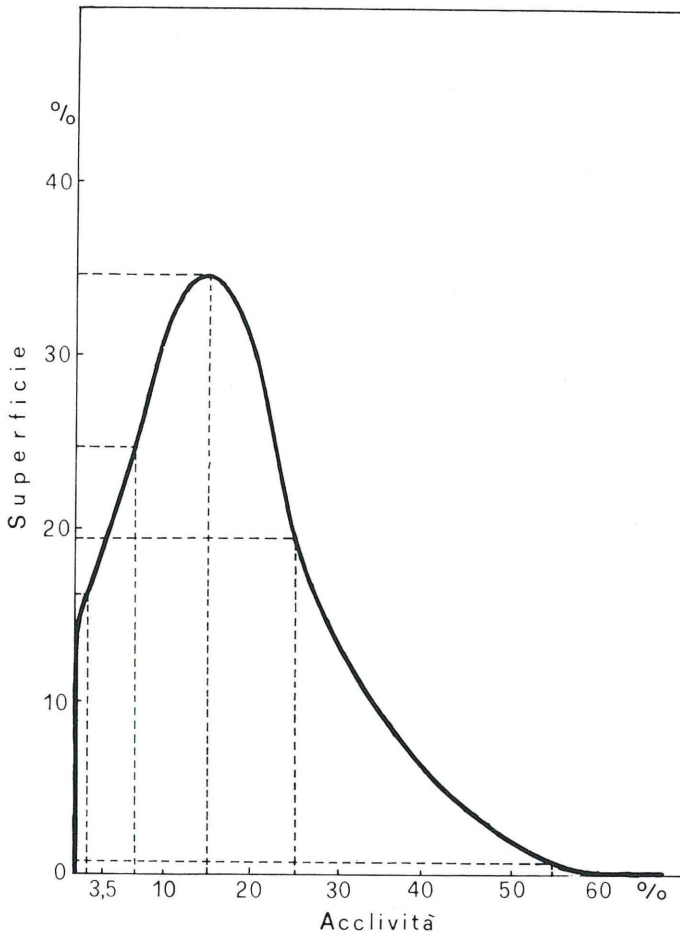


Fig. 3 - Curva di distribuzione della superficie per valori di acclività.

pure si distingue per la netta prevalenza di terreni ad acclività non superiori al 20%, con particolare sviluppo delle due classi a pendenza superficiale dolce (3,5 - 10%) e media (10 - 20%) a cui vanno rispettivamente il 38% e il 34% dell'estensione di questa fascia, la

quale d'altronde presenta una pendenza superficiale media del 10,2%. I terreni compresi nei limiti di queste due curve di livello appartengono, innanzitutto, per il 25% alla Valdichiana e per il 22% circa al Valdarno superiore, comprensivo della conca del Mugello, mentre resta al Valdarno inferiore la più alta percentuale (39% circa), derivante in larga misura dalle alte vallate dell'Era e dell'Elsa e dalle più basse colline dei loro spartiacque.

La successiva fascia che sale dai 300 ai 600 m occupa nel complesso il 30% dell'intero bacino ed è pertanto, dopo la precedente, quella più estesa. La si trova ampiamente rappresentata in tutti i sottobacini, con particolare sviluppo (29%) nel Valdarno superiore, in Valdichiana e nel Valdarno inferiore. Essa si caratterizza pure per la presenza, con percentuali diverse, di tutte le sei classi di acclività, fra le quali tuttavia si distinguono la III (10 - 20%), con oltre il 50%, e la IV (20 - 30%), con circa il 29%, mentre la pendenza superficiale media del 19% è già nettamente superiore a quella dell'intero bacino dell'Arno (14,6%).

Le ultime tre zone altimetriche, comprendenti il restante territorio del bacino posto a quote superiori ai 600 m, assommano insieme appena 1170 kmq, pari a poco più del 14% dell'area totale, di cui il

TABELLA IV - Distribuzione della superficie del bacino

Classi di acclività	I - (0-3,5%)			II - (3,5-10%)			III - (10-20%)			IV - (20-30%)		
Zone alt.	Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%
0-100	711,0	53,2	51,2	446,8	22,8	31,6	188,7	6,6	14,0	43,2	2,7	3,2
100-300	613,6	45,9	19,4	1207,7	61,8	38,2	1078,7	37,6	34,1	235,3	14,9	7,4
300-600	11,5	0,9	0,5	300,9	15,4	12,0	1266,1	44,2	50,6	722,3	45,8	28,9
600-900	—	—	—	—	—	—	234,2	8,2	29,1	379,4	24,2	47,1
900-1200	—	—	—	—	—	—	76,6	2,7	25,7	161,9	10,3	54,3
+ 1200	—	—	—	—	—	—	21,5	0,7	30,0	33,3	2,1	46,5
Totale	1336,1	100,0	16,2	1955,4	100,0	23,8	2865,8	100,0	34,8	1575,4	100,0	19,1

10% circa appartiene, in particolare, alla fascia dei 600 - 900 m, la quale è soprattutto diffusa nel Valdarno superiore e nel Casentino, dove ai pendii collinari succedono i versanti di bassa montagna del Pratomagno e del Falterona. Tutte e tre queste classi hanno naturalmente una pendenza superficiale media piuttosto alta, variante fra il 26% e il 28%, e registrano le maggiori percentuali nella IV classe (20 - 30%) e valori pure relativamente notevoli nelle altre due classi di maggior acclività.

In conclusione, dunque, si osserva che dalla distinzione del bacino dell'Arno per fasce altimetriche risulta la prevalenza in estensione delle zone comprese fra i 100 e i 300 m, con circa 2/5 dell'intera superficie, e tra i 300 e i 600 m, con un po' meno di 1/3, seguita da tutta la zona al di sotto dei 100 m con 1/6, mentre spetta il restante 14% del territorio ai terreni di cosiddetta bassa e media montagna. L'acclività media ponderata del bacino si aggira sul 15% ed è largamente superata da quelle di tutte le zone altimetriche superiori ai 300 metri.

Ancora dalla tab. IV si può, poi, rilevare qualche osservazione relativa alla distribuzione delle varie classi di acclività nelle sei fasce altimetriche.

ell'Arno per classi di acclività e zone altimetriche.

V - (30-50%)			VI - (+ 50%)			Totale			Acclività media ponderata
Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%	%
—	—	—	—	—	—	1389,7	16,9	100,0	5,9
23,0	5,4	0,7	2,2	3,2	0,2	3160,5	38,4	100,0	10,2
187,9	44,0	7,5	13,8	20,3	0,5	2502,5	30,4	100,0	19,0
154,7	36,2	19,2	37,3	54,9	4,6	805,6	9,8	100,0	27,3
51,3	12,0	17,2	8,4	12,4	2,8	298,2	3,6	100,0	26,4
10,6	2,4	14,7	6,2	7,2	8,8	71,6	0,9	100,0	28,6
427,5	100,0	5,2	67,9	100,0	0,9	8228,1	100,0	100,0	14,6

Così vediamo come la prima categoria di pendenze superficiali, quelle cioè comprese fra lo 0 e il 3,5%, che sono rappresentative, come si è detto, dei terreni pianeggianti e di pianura, è quasi ugualmente distribuita fra le prime due zone altimetriche dei 0 - 100 m, per il 53%, e dei 100 - 300 m, per il 46%. Facilmente si individuano nella carta i maggiori apporti nei fondovalle alluvionali (Elsa, Era,

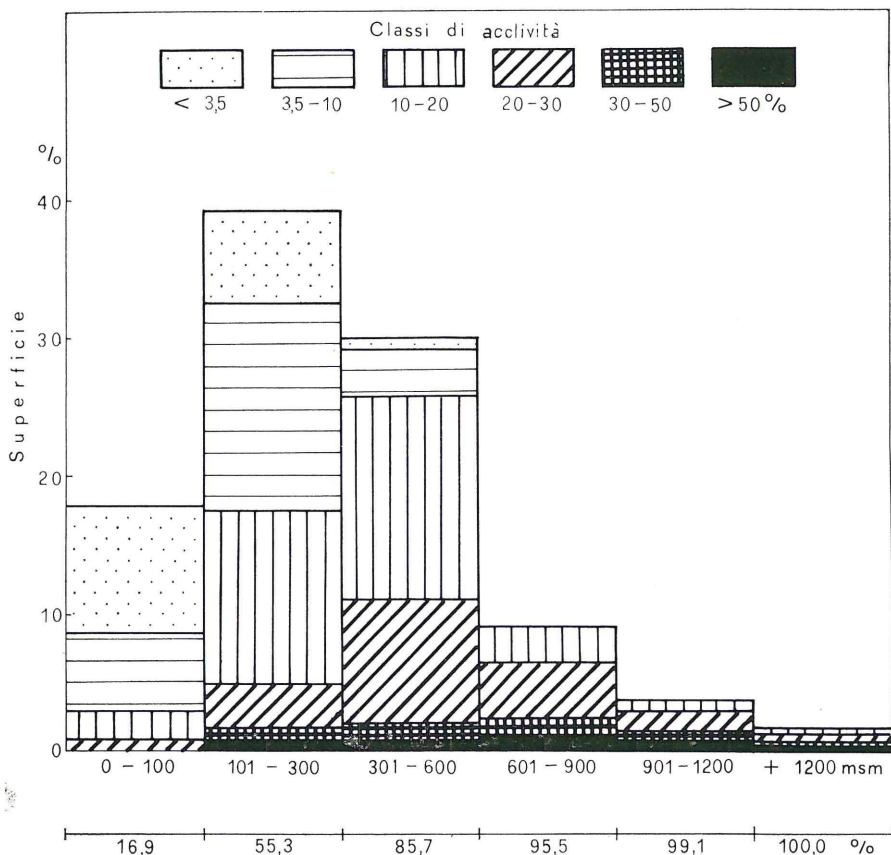


Fig. 4 - Distribuzione delle classi di acclività per fasce altimetriche.

Arno nel suo corso inferiore) e in quelli più ampi, alluvionali e sedimentari, delle conche: in quella di Firenze, compresa, insieme alla piana di Fucecchio, entro i limiti della prima fascia, e in quelle del Mugello, del Casentino e del Valdarno superiore, comprese, con la Valdichiana, nei limiti della fascia superiore.

La II classe (3,5 - 10%) supera di poco per estensione quella precedente ed è anch'essa limitata alle prime tre zone altimetriche e, in particolare, a quella dei 100 - 300 m con oltre il 61%. La distribuzione spaziale ricalca in certo senso quella precedente, caratterizzando tali acclività soprattutto i terreni al margine delle zone piane delle conche e dei fondovalle, fino al piede dei rilievi collinari circostanti.

I terreni distinti da pendenze superficiali appartenenti alla successiva classe (10 - 20%), come si è detto, sono quelli più diffusi nel bacino e sono, inoltre, presenti in tutte le fasce altimetriche considerate, con particolare prevalenza nelle due dei 100 - 300 m, con circa il 38%, e dei 300 - 600 m, con oltre il 44%. I 2850 kmq di territorio in essa compresi appartengono, come sarà meglio illustrato in seguito, per la maggior parte ai terreni delle sabbie e delle argille del Pliocene e del Villafranchiano, tipici della caratteristica morfologia collinare del Valdarno inferiore in destra dell'Arno.

Una maggiore uniformità distributiva risulta distinguere la successiva IV classe ad acclività comprese tra il 20 e il 30%, che pure registra, entro i limiti dei 300-600 m, la percentuale relativa più alta (45,8%). Questa definisce i terreni a cosiddetta acclività forte ed è particolarmente diffusa, pertanto, alle medie quote dei versanti dei rilievi maggiori del bacino: su quelli meridionali ed occidentali del Falterona, su quelli occidentali del Pratomagno. Rientrano pure ampiamente in questa classe vaste superfici dei versanti occidentali ed orientali del Montalbano e, fino ai limiti del bacino, di quelli meridionali della montagna pistoiese ed orientali della Valdichiana.

Le ultime due classi (30 - 50% ed oltre il 50%), quelle cioè delle acclività definibili assai forti, individuano soprattutto i territori delle quote superiori ai 600 m, con una maggior frequenza per la zona dei 300-600 metri.

Come si è visto, appare in ogni caso evidente il rapporto fra la distribuzione spaziale di tali classi di acclività e l'andamento altimetrico del bacino. Soprattutto si rivela, poi, determinante in tale distribuzione la varia natura delle rocce, i cui rapporti con le pendenze formano particolare oggetto d'indagine di un altro lavoro (F. RAPETTI [1971]). Possiamo, intanto, già osservare come le pendenze superficiali medie e forti siano in particolare presenti nei rilievi periferici settentrionali del bacino (M. Falterona, Mugello, montagna pistoiese) e nella dorsale del Pratomagno, dove nettamente

prevalenti si fanno le formazioni del macigno, od anche negli estesi rilievi che chiudono a nord il bacino di Firenze (calcari marnosi: M. Morello, Monti della Calvana), nella dorsale dei Monti del Chianti e ancora, più limitatamente, sui versanti del Casentino e della valle della Sieve, dove appaiono ampiamente diffuse formazioni arenacee.

DISTRIBUZIONE DELLE ACCLIVITÀ NEI SOTTOBACINI

Il risultato della terza misurazione, tesa a valutare la distribuzione delle classi di acclività nelle cinque parti in cui il bacino dell'Arno viene comunemente diviso, appare indicato, infine, nella tab. V ed è visualizzato nell'istogramma della fig. 5. Tenendo presente anche la tab. VI, in cui si riporta la distribuzione della superficie dei vari sottobacini per fasce altimetriche, si osservano ancora le relazioni che intercorrono fra altimetria e pendenze topografiche.

Così il Casentino, il primo e il più piccolo dei sottobacini con soli 883 kmq, pari a poco più di 1/10 dell'area del bacino, si presenta come una profonda conca caratterizzata al centro da una ristretta pianura alluvionale, formata in parte dai depositi dell'antico lago pliocenico, circondata da una zona collinare e quindi dai più alti

TABELLA V - Distribuzione dell'

Classi di acclività	I - (0-3,5%)			II - (3,5-10%)			III - (10-20%)			IV - (20-30%)		
Sottobacini	Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%
Casentino	14,7	1,1	1,7	115,4	5,9	13,1	358,4	12,5	40,6	342,7	21,8	38,7
Valdichiana	506,4	37,9	37,0	444,2	22,7	32,5	289,6	10,1	21,2	127,6	8,1	9,3
Valdarno sup.	145,9	10,9	8,0	372,2	19,0	20,4	651,1	22,7	35,6	366,2	23,2	20,0
Valdarno medio	283,1	21,2	20,5	171,6	8,8	12,4	406,8	14,2	29,4	394,5	25,0	28,5
Valdarno inf.	386,0	28,9	14,0	852,0	43,6	30,8	1159,9	40,5	41,9	344,4	21,9	12,4
Totale	1336,1	100,0	16,2	1955,4	100,0	23,8	2865,8	100,0	34,8	1575,4	100,0	19,1

versanti di terreni arenacei, marnosi e calcareo-marnosi, aperta solo verso sud-est, fra il Pratomagno e le dorsali appenniniche della Alpe di Serra e dell'Alpe di Catenaiola. Il suo territorio, che non scende al di sotto dei 300 m, è compreso per circa il 70% fra le curve dei 300 m e dei 900 m e registra pertanto, un'altitudine media di 654 metri. Ne deriva che le pendenze superficiali si caratterizzano qui con una prevalenza delle due classi intermedie, la III e la IV, rispettivamente con il 41% e il 39% dell'area del sottobacino, mentre appena il 15% di questa va alle due classi ad acclività inferiore al 10%, e il 6% a quelle con pendenze superiori al 30%. La pendenza superficiale media del 19,1% non solo è superiore a quella dell'intero bacino, ma è anche la più alta fra quelle degli altri sottobacini.

Aspetto del tutto diverso presenta la Valdichiana, l'ampia e allungata pianura oggi percorsa dal Canale Maestro, emissario dei laghi di Chiusi e Montepulciano, che si stende per circa 60 km (Valdichiana toscana, fino allo spartiacque artificiale Chiusi-Chianciano Terme), fra rilievi collinari che non superano i 600 m, mentre tutta la vasta zona centrale non scende al di sotto dei 100 metri.

In corrispondenza della netta prevalenza, con oltre il 57%, dei terreni compresi fra le quote dei 100 e 300 m, osserviamo in questo sottobacino, che ha la superficie di 1368 kmq, un'altitudine media di 318 m e, soprattutto, una acclività media del solo 8,4%, la più

lassi di acclività nei sottobacini

V - (30-50%)			VI - (+ 50%)			Totale			Acclività media ponderata
Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%	%
51,3	2,6	5,8	0,9	1,3	0,1	883,4	10,7	100,0	19,1
—	—	—	—	—	—	1367,8	16,6	100,0	8,4
249,8	12,5	13,7	41,8	61,6	2,3	1827,0	22,2	100,0	17,3
102,2	5,1	7,4	25,2	37,1	1,8	1383,4	16,8	100,0	17,1
24,2	1,2	0,9	—	—	—	2766,5	33,7	100,0	12,1
427,5	100,0	5,2	67,9	100,0	0,9	8228,1	100,0	100,0	14,6

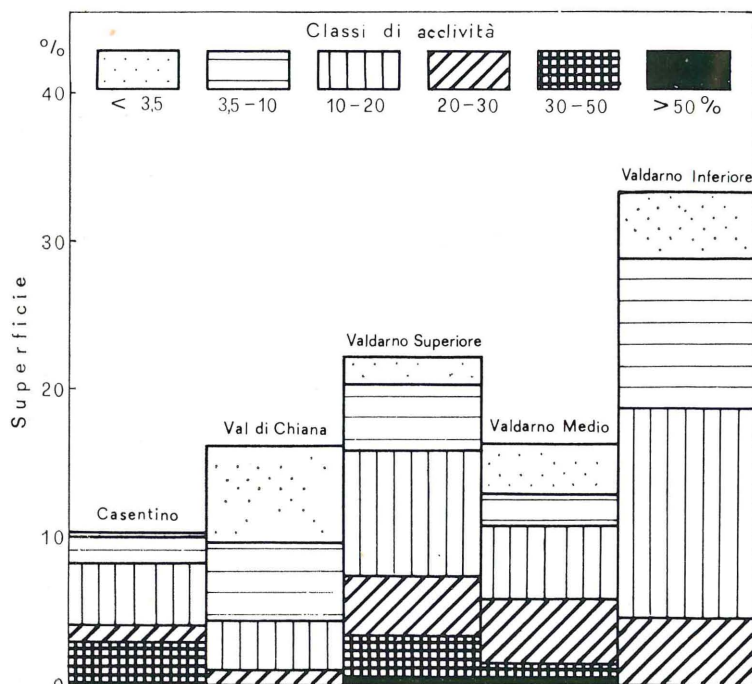


Fig. 5 - Distribuzione delle classi di acclività nei sottobacini.

bassa fra quelle dei sottobacini. Qui, infatti, mentre mancano del tutto le pendenze superiori al 30%, vediamo che giusto il 37% della sua estensione non supera l'acclività del 3,5% e un altro terzo quella del 10%.

TABELLA VI - Distribuzione della superficie

Zone altimetriche	0 - 100			100 - 300			300 - 600			600 - 900		
	Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%
Sottobacini												
Casentino	—	—	—	47,0	1,5	5,3	327,8	13,1	37,1	227,7	34,5	31,4
Valdichiana	—	—	—	781,0	24,7	57,1	545,4	21,8	39,9	35,8	4,4	2,6
Valdarno sup.	1,2	0,1	0,1	706,5	22,4	38,7	724,5	29,0	39,7	289,8	36,0	15,8
Valdarno medio	472,8	34,0	34,2	403,1	12,8	29,1	361,1	14,4	26,1	125,4	15,6	9,1
Valdarno inf.	915,7	65,9	33,1	1222,9	38,6	44,2	543,7	21,7	19,7	76,9	9,5	2,8
Totale	1389,7	100,0	16,9	3160,5	100,0	38,4	2502,5	100,0	30,4	805,6	100,0	9,8

(1) Fonte: Acc. GEORGOFFILI, Il bacino dell'Arno, Firenze, 1956, p. 140 (modificata).

Il Valdarno superiore è il secondo dei sottobacini per ampiezza e si compone di due conche: il Valdarno superiore vero e proprio, solcato dall'Arno nel suo tratto fra Montevarchi e Pontassieve, e il Mugello, un altro bacino subappenninico, chiuso fra la dorsale appenninica principale ed una parallela più bassa che lo separa dall'Arno, dall'ampio fondo allungato e pur'esso coperto di sedimenti e alluvioni, su cui scorre, nel suo corso superiore, la Sieve. Entrambe queste conche innalzano i loro bordi dalle lunghe e piatte strisce dei fondovalle, di poco superiore ai 100 m quello della prima e di poco inferiore ai 200 m quello della seconda, fin verso i 1000-1500 m dei rilievi circostanti (Pratomagno, Alpe di S. Benedetto, M. Calvana) con pendii ora uniformi, ora incisi anche profondamente dai corsi d'acqua secondari. Nel complesso questo sottobacino ha una estensione di 1827 kmq, pari al 22% dell'intera area del bacino, ed un'altitudine media di 437 m, che è ampiamente indicativa delle alte percentuali, rispettivamente del 39% e del 40%, relative alle due fasce altimetriche dei 100-300 m e dei 300-600 metri. Nella distribuzione delle classi di acclività troviamo confermato anche qui il preciso rapporto con l'altimetria, dato il prevalere della classe delle acclività medie per oltre 1/3, seguita da quelle delle acclività dolci e forti, entrambe con circa 1/5 della superficie. La pendenza superficiale media è pure relativamente alta (17,3%).

Col nome di Valdarno medio s'intende essenzialmente quella parte del bacino occupata dalla conca di Firenze, che si estende verso nord-ovest fino a Pistoia, ed è percorsa da altri due noti affluenti dell'Arno: il Bisenzio e l'Ombrone pistoiese. Chiusa fra la catena

ei sottobacini per fasce altimetriche. (1)

900 - 1200			+ 1200			Totale			Altitudine media ponderata m.s.m.
Kmq	%	%	Kmq	%	%	Kmq	%	%	
180,0	60,4	20,4	50,9	71,1	5,8	883,4	10,7	100,0	654,0
5,7	1,9	0,4	—	—	—	1367,8	16,6	100,0	317,6
84,7	28,4	4,6	20,3	28,4	1,1	1827,0	22,2	100,0	436,8
20,7	6,9	1,5	0,3	0,5	—	1383,4	16,8	100,0	159,3
7,1	2,4	0,2	—	—	—	2766,5	33,7	100,0	128,5
298,2	100,0	3,6	71,6	100,0	0,9	8228,1	100,0	100,0	344,1

appenninica a nord e nord-est, con i M. Lattai e i M. della Calvana, e la meno alta dorsale del Montalbano a sud-ovest, questa conca si caratterizza dalle altre per il suo più vasto fondo pianeggiante ed allungato, giacente intorno ai 40-50 m, a cui si deve circa 1/3 dei 1383 kmq di superficie che spettano a questo sottobacino. Anche l'altitudine media si fa qui più ridotta, aggirandosi sui 159 m e risultando di oltre la metà inferiore a quella dell'intero bacino. Fra le classi di acclività prevale con circa il 30% la III (10-20%), mentre la I e la II assommano insieme esattamente un altro terzo del territorio. Il valore medio della pendenza superficiale è pressoché uguale a quello del sottobacino precedente, con il 17,3%.

Il Valdarno inferiore, infine, occupa tutto il resto del bacino a valle dello spartiacque passante per la linea di cresta del Montalbano e proseguito, sulla sinistra dell'Arno, con quello che divide i suoi affluenti Pesa e Greve. Con 2766 kmq, pari ad 1/3 dell'area del bacino, il Valdarno inferiore risulta il più vasto dei cinque sottobacini. Solo in piccolissima parte il suo territorio giace al di sopra dei 600 m, mentre vi sono soprattutto prevalenti le zone comprese al di sotto dei 100 m, con il 33%, e quelle della fascia superiore fino ai 600 m, con oltre il 40%. Segnano in particolare la caratteristica morfologica di questa parte del bacino, la vasta zona pianeggiante in destra d'Arno, un tempo sede del padule di Fucecchio, e i fondovalle degli affluenti di sinistra, l'Era, l'Elsa e il Pesa, pure essi prevalentemente pianeggianti e aperti fra colline poco alte, dalle forme arrotondate e quindi distinte da pendenze superficiali fra le medie e le dolci. L'altitudine media è, infatti, la più bassa fra quelle degli altri sottobacini (128 m) e la stessa acclività media del 12% è nettamente al di sotto di quella generale del bacino.

Nella seguente tab. VII appare un quadro riassuntivo della situazione dei vari sottobacini ora visti.

TABELLA VII

Sottobacini	Superficie in kmq	Superficie in %	Altitudine media m.s.m.	Acclività media in %
Casentino	883,4	10,7	654,0	19,1
Valdichiana	1367,8	16,6	317,6	8,4
Valdarno superiore	1827,0	22,2	436,8	17,3
Valdarno medio	1383,4	16,8	159,3	17,1
Valdarno inferiore	2766,5	33,7	128,5	12,1
Bacino dell'Arno	8228,1	100,0	344,1	14,6

BIBLIOGRAFIA

- ANTONIAZZI A., PROLI V. (1966) - Pendenze superficiali e zone altimetriche nella provincia di Forlì. *C.C.I.A. di Forlì*.
- BENNETT H. H. (1939) - Soil conservation. *McGraw-Hill*, 993.
- BERNARDI R. (1962) - Carta delle pendenze dell'Appennino modenese. *Boll. C.C.I.A. di Modena*, **3**, 3-4.
- CACIAGLI G. (1969) - Rettifiche e varianti del basso corso dell'Arno in epoca storica. *L'Universo*, **49**, 133-162.
- CORI B. (1964) - Rapporti tra erosione del suolo e condizioni litologiche e morfologiche in alcune zone-campione della Val d'Era. *Atti XIX Congr. Geogr. Ital. Como 1964*, 61-81.
- DERROUUAU M. (1956) - Précis de géomorphologie. *Masson*, 393.
- FOURNIER F. (1960) - Climat et érosion. *Presse Univ. de France*, 201.
- GIANNINI E., PEDRESCHI L. (1949) - Considerazioni sullo sviluppo dell'idrografia in relazione alle più recenti teorie sull'orogenesi appenninica. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, **A**, **66**.
- GIGLIO G., LA MONICA G. B. - Acclività, in ACCORDI B. ed altri (1969) - Idrogeologia dell'Alto Bacino del Liri, *Geologica Romana*, **8**, 305-318.
- GUSTAFSON A. F. (1937) - Conservation of the soil. *McGraw-Hill*, 312.
- MAZZETTI A. - Il clima del bacino dell'Arno: in ACCADEMIA ECONOMICO-AGRARIA DEI GEORGOFILI (1956) - Il bacino dell'Arno. *Vallecchi*, 290.
- PICCARDI S. (1956) - Variazioni storiche del corso dell'Arno. *Riv. Geogr. It.*, **63**, 15-34.
- POUQUET J. (1951) - L'érosion. *Pres. Univ. de France*, 128.
- PRINCIPI P. - La genesi del bacino dell'Arno: in ACCADEMIA ECONOMICO-AGRARIA DEI GEORGOFILI (1956) - Il bacino dell'Arno. *Vallecchi*, 290.
- RAPETTI F. (1971) - Le acclività del bacino dell'Arno in rapporto con i caratteri geolitologici. *Atti Soc. Tosc. S. Nat.*, Serie A, **78**, pagg. 62-104.
- SPIRIDONOW A. I. (1956) - Geomorphologische Kartographie. D.V.W., 160.
- VITTORINI S. (1967) - Osservazioni sulla morfologia del Monte Amiata. *Atti XX Congr. Geogr. Ital. Roma 1967*, 3-24.

(ms. pres. il 9 giugno 1971; ult. bozze il 25 settembre 1971).