ATTI

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

INDICE

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. $NaUO_2[S_2\,CN\,(C_2H_5)_2]_3\,6H_2O$ 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 geo-vulcanologico 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 manganesiferi 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
Elenco dei Soci per l'anno 1971 . . . . . » 445
Norme per la stampa . . . . . » 449

Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, **78** (1971)
pagg. 62-104, tab. 11, ff. 11.
1 carta geolitologica scala 1:250.000.

F. RAPETTI (*)

LE ACCLIVITA' DEL BACINO DELL'ARNO IN RAPPORTO CON I CARATTERI GEOLITOLOGICI (**)

Riassunto — Si confrontano le pendenze superficiali del bacino dell'Arno con i caratteri geolitologici e tettonici del substrato, allo scopo di indagare sui possibili rapporti fra litologia ed acclività.

Il bacino dell'Arno viene dapprima esaminato nel suo insieme e quindi suddiviso secondo lo schema classico: Casentino, Valdichiana, Valdarno superiore, medio ed inferiore. Nella prima parte dell'indagine si mostra la distribuzione generale dell'acclività nei tipi litologici che affiorano nel bacino, mentre nella seconda parte si cerca di mettere in evidenza la possibile influenza di condizioni fisico-strutturali differenti nella determinazione della pendenza superficiale del suolo. A questo riguardo si esamina il rapporto acclività-litologia relativo a due tipi litologici di caratteri assai diversi, che in opportune condizioni di giacitura, dimostrano significative convergenze nella distribuzione delle acclività.

Summary — Superficial slopes of Arno basin are confronted with geo-lithological and tectonic characteristics of substratum in order to search into eventual relations between lithology and slope.

The Arno basin is at first examined totally, then subdivided according to classical scheme: Casentino, Valdichiana, upper, middle and lower Valdarno. In the first part of this study general distribution of slopes in the lithological kinds that outcrop in the basin is showed. In the second part the Author attempts to show possible influence of different physical and structural characteristics in the slopes of the ground. Slope-lythology relations in two lithological kinds with very different characteristics are therefore studied and in suitable conditions appear significant relations in the distribution of the slopes.

PREMESSA

Il valore e la distribuzione nello spazio dell'acclività, insieme alla natura geologica del suolo, condizionano in modo diretto una

(*) Istituto di Geografia (Facoltà di Lettere) dell'Università di Pisa.
(**) Lavoro eseguito con un contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

varietà di elementi che nel loro complesso definiscono le caratteristiche fisiche ed ambientali della regione.

Il coefficiente di deflusso, l'erodibilità ed il trasporto solido, la franosità ed anche le condizioni topo- e meso-climatiche sono funzione complessa dell'acclività e della natura del suolo; a loro volta questi elementi influiscono sulla distribuzione degli insediamenti umani, sulla distribuzione qualitativa e quantitativa delle coltivazioni ed in termini generali sulla utilizzazione del territorio.

La pendenza del suolo è in relazione con diversi agenti, riferibili schematicamente a fattori geodinamici interni, litologici e climatici, che interagiscono in modo variabile nel tempo e nello spazio e fra i quali è difficile stabilire delle relazioni quantitative precise. Si può affermare che nessun fattore morfogenetico, considerato da solo, è in grado di fornire informazioni semplici; perciò lo studio statistico della distribuzione dell'acclività in rapporto alla natura del substrato ha lo scopo di trarre dai risultati, indicazioni di massima circa l'importanza dei singoli fattori nella determinazione dell'andamento superficiale del suolo.

Metodi e limiti del lavoro - L'esame della Carta Geologica d'Italia: Fogli 97, 98, 99, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114, 115, 120, 121, 122 e 130 a scala 1: 100.000 e numerose ricognizioni sul terreno ci hanno consentito di raggruppare le varie formazioni affioranti nella regione in quindici famiglie litologicamente omogenee; su questa base si è elaborata la Carta geolitologica del bacino. Contemporaneamente a questo lavoro è stata costruita sugli stessi fogli 1/100.000 dell'I.G.M. la Carta delle acclività (G. RIDOLFI [1971]), definendo sei classi di acclività, espressa in percentuale, con i relativi intervalli (*). Il confronto fra le due carte (G. GIGLIO, G. B. LA MONICA [1961]), realizzato per sovrapposizione del lucido della carta geolitologica sulla carta delle acclività, ha individuato la distribuzione areale delle classi di pendenza per tipo litologico; le aree sono state misurate mediante il planimetro polare ed i valori ottenuti raccolti in tabelle ed elaborati.

In relazione alla scala utilizzata, il presente studio ha il significato di un primo inquadramento generale tendente a definire il rapporto che intercorre fra la natura litologica, i lineamenti tettonici

(*)

Classi	I	II	III	IV	V	VI
Acclività in %	0-3,5	3,5-10	10-20	20-30	30-50	> 50

del substrato e la distribuzione delle classi di acclività, nonché il valore della pendenza media per tipo litologico. A questo proposito si osserva che la caratteristica ipsometrica della scala a cui abbiamo lavorato, avente l'equidistanza di 50 metri, non consente una valutazione particolareggiata dell'andamento superficiale del territorio; non consente cioè l'apprezzamento delle repentine variazioni di acclività dovute sia a meccanismi di erosione accelerata (calanchi in terreni argillosi, incisioni fluviali profonde in zone geologicamente recenti ed a forte dinamica fluviale), sia a contatti sedimentari particolari (sabbie sopra argille con formazione di pareti verticali per crollo come le balze di Volterra, etc.).

Questi ultimi fenomeni hanno grande importanza morfologica locale, ma in uno studio di inquadramento, in cui la prospettiva generale del territorio ha prevalenza sulla morfologia del particolare, possono essere trascurati senza che si introducano grossi errori di valutazione.

Sguardo ai caratteri geologici e tettonici del bacino dell'Arno

La forma del rilievo è strettamente dipendente dai caratteri geologici e strutturali del substrato, perciò in uno studio sulle acclività non si poteva prescindere dall'esame, se pure sommario, delle principali caratteristiche geotettoniche regionali.

Il bacino dell'Arno si caratterizza per la presenza di complessi rocciosi non riferibili ad una serie sedimentaria unica e fra i quali esistono rapporti cronologici e geometrici tali da aver provocato tutta una serie di ipotesi che ancora non trovano composizione.

Le posizioni degli Autori che hanno studiato i problemi tettonici della regione toscana sono raggruppabili in due categorie: quella che sostiene la totale alloctonia delle formazioni, con esclusione di zone di limitata estensione e riferibili a singoli nuclei metamorfici (Alpi Apuane, Monte Pisano e Montagnola senese) e quella che afferma la sostanziale autoctonia di tutti i terreni a serie toscana e l'alloctonia delle formazioni indicate con il nome di «argille scagliose ofiolitifere» (G. Merla [1951]).

La teoria della totale alloctonia dei terreni giacenti nell'area toscana si muove dall'osservazione di ripetizioni di serie intorno alla finestra tettonica delle Alpi Apuane, nel Monte Pisano e nella Montagnola senese. Per gli autori faldisti tali «raddoppi di serie» costi-

tuiscono la prova di un sovrascorrimento, di portata regionale, di terreni sedimentari originariamente in posizione interna rispetto alle Alpi Apuane e messi in posto nell'area toscana dall'orogenesi appenninica.

In una prima fase di studio i faldisti avevano creduto di identificare il fronte orientale dei terreni alloctoni a serie toscana con l'allineamento Monte Orsaro - Val di Lima - Montecatini - Monti del Chianti - Monte Cetona, per l'uniformità dello stile tettonico, nel quale si riconoscevano fenomeni a grande scala di rovesciamenti e pieghe coricate(E. GIANNINI et Al. [1962]). Studi recenti (F. BALDACCI et Al. [1967]) hanno modificato il quadro d'insieme spostando più ad oriente il fronte dei terreni sovrascorsi, fino al limite del ricoprimento del Complesso di Cervarola (1) sul margine interno del dominio umbro-marchigiano (marnoso arenacea). Secondo gli Autori citati «il Complesso di Cervarola costituiva originariamente il tetto stratigrafico di almeno una gran parte dell'autoctono apuano».

In sintesi queste interpretazioni figurano una struttura dell'Appennino settentrionale a falde di ricoprimento, riconoscendo e definendo corpi sedimentari diversi per età e patria di origine.

La posizione della scuola classica toscana, riassunta da G. Merla (G. MERLA [1951]), pur ammettendo come dato di fatto inoppugnabile la presenza di «raddoppi di serie», in particolare nella zona delle Alpi Apuane, considera autoctoni tutti i terreni a serie toscana, ritenendo assolutamente insufficienti alcuni fatti locali per estrapolazioni a scala regionale. Secondo G. Merla le teorie faldiste condurrebbero a difficoltà molto gravi circa l'esplicazione dei meccanismi geodinamici interni responsabili dell'orogenesi.

Il fatto su cui gli studiosi concordano è l'alloctonia della formazione delle «argille scagliose ofiolitifere»; tuttavia anche per questa serie di terreni permangono gravi divergenze, sia per la localizzazione della loro zona d'origine che per i meccanismi di messa in posto nell'area toscana. Anche rispetto alla definizione di unità formazionali all'interno del complesso non si è giunti fino ad ora a valutazioni unificate.

Poiché, peraltro, queste ipotesi sull'origine dei lineamenti tettonici a grande scala dell'Appennino settentrionale hanno scarso in-

(1) Il complesso di Cervarola corrisponde al macigno B o «complesso B» del SIGNORINI [1936]; altri sinonimi della formazione sono: Formazione di Londa, Arenarie di Prachiola e macigno del Mugello.

teresse ai fini del presente lavoro, ci limiteremo ad una breve descrizione delle serie sedimentarie più rappresentate, facendo però particolare riferimento alle loro caratteristiche litologiche.

Nel bacino dell'Arno i terreni più antichi sono localizzati nel nucleo metamorfico del Monte Pisano ed in un affioramento molto esiguo presso Iano (Foglio 112-Volterra). Il basamento paleozoico, su cui poggia in discordanza la serie toscana autoctona (Verrucano), la cui parte basale è costituita da un conglomerato trasgressivo ad elementi grossolani prevalentemente quarzosi (anageniti), seguito da filladi quarzitiche e filladi sericitico-cloritiche alternate a straterelli quarzitici, è riferibile al Permo-Carbonifero. Le formazioni del Monte Pisano, come del resto quelle della Montagnola senese e l'affioramento di Iano hanno subito un metamorfismo di epizona, attribuibile alle azioni statico-dinamiche esercitate dalle serie sovrascorse.

I terreni più antichi della Falda toscana sono invece localizzati a SW di Poggibonsi (Foglio 113 - Montepulciano) con affioramenti di notevole estensione di «calcare cavernoso». Molto meno rappresentata è la serie mesozoica dei calcari massicci e metamorfici i cui affioramenti più estesi si rilevano nella Montagnola senese.

Alle serie calcaree del Giurese-Cretaceo seguono gli scisti policromi, sempre in affioramenti di estensione limitata, infine segue il macigno ([2]) ed il complesso di Cervarola o macigno B. Queste due ultime formazioni costituiscono il tetto dei terreni a serie toscana e spesso fungono da base geometrica per le unità alloctone delle «argille scagliose ofiolitifere». Il macigno è distribuito con una certa uniformità in tutto il bacino dell'Arno ed occupa una estensione di circa 1.800 Kmq; il macigno B, cartografato nell'area in esame con il nome di «arenarie di Monte Cervarola» o «Formazione di Londa» non appare rappresentato ad W del Monte Albano e quindi nel Valdarno inferiore. Da un punto di vista litologico, macigno e arenarie di Londa presentano delle differenze riferibili soprattutto ad una diminuzione della componente clastica a vantaggio dei componenti argillosi e marnosi nelle arenarie di Londa (P. MICHELI [1967]). Per quanto si riferisce ai rapporti stratigrafici fra le due formazioni e fra esse e quella marnoso-arenacea, del dominio umbro-marchigiano, le teorie, come già accennato, non consentono nessuna interpretazione unitaria.

([2]) Nel Foglio 107 (Monte Falterona) il macigno è cartografato con il nome di «macigno del Chianti».

Per i complessi delle «argille scagliose ofiolitifere» che sormontano i terreni a serie toscana e per i quali la quasi generalità degli Autori ammette l'alloctonia, è difficile la definizione di unità formazionali: nei fogli della Carta Geologica d'Italia, di cui ci siamo serviti nel presente lavoro, si riscontra una certa uniformità di rappresentazione solo per la formazione dell'alberese. L'alberese presenta i caratteri di una turbidite con alternanze ritmiche di calcari clastici, arenarie, marne, argille marnose ed argille e risulta particolarmente diffuso nell'area di Firenze. Legate stratigraficamente al complesso calcareo-marnoso si rinvengono estese placche di arenarie calcarifere denominate «pietra forte». Per ciò che si riferisce alla restante parte delle «argille scagliose ofiolitifere» esistono contrasti anche rispetto le possibili relazioni sedimentarie da stabilire all'interno di questa serie di terreni. I vari lembi caotici e disarticolati dalle principali strutture tettoniche sono indicati, nell'area in esame, con i nomi di «Complesso Indifferenziato» e «Complesso Caotico».

Durante la fase parossistica della tettogenesi appenninica, fino al Miocene superiore, nell'attuale regione toscana esistevano condizioni continentali, ma successivamente, per movimenti epirogenetici il mare entrava trasgressivamente nel continente iniziando la deposizione dei terreni neoautoctoni. Il limite orientali di questi terreni, a Sud dell'Arno, si può approssimativamente localizzare lungo l'allineamento Monte Albano - Monte della Piaggiona - Fiume Greve. Si può anche affermare che l'attuale linea di intersezione fra i terreni neoautoctoni e quelli prepliocenici corrisponda al limite orientale del bacino marino pliocenico.

Alla fine del Terziario, movimenti orogenetici (A. SESTINI [1931]) innalzarono i terreni neoautoctoni ad altezze diverse, determinando la regresione marina e la formazione di depressioni tettoniche, riempite in seguito da acque e sedimenti di facies continentale.

Le teorie sulla genesi delle conche lacustri centro-appenniniche sono discordanti, anche se si è sostanzialmente d'accordo nell'affermare che si tratti di depressioni di origine tettonica. I maggiori contrasti si riferiscono alla cronologia delle deformazioni: un gruppo di Autori afferma che le conche si sarebbero formate in una fase tettonica posteriore all'orogenesi principale mentre altri affermano che ad una primitiva deformazione nella fase orogenetica parossistica si sarebbero sovrapposte deformazioni tardo plioceniche (P. PRINCIPI [1926]), altri infine affermano che la formazione dei bacini la-

custri intermontani sarebbe contemporanea all'orogenesi principale (E. GIANNINI, L. PEDRESCHI [1949]).

I bacini fluvio lacustri così determinati sono: il Casentino, la Valdichiana, il Valdarno superiore, p.d. il Mugello e la conca di Firenze; la suddivisione classica del bacino dell'Arno si fonda appunto su questa situazione iniziale.

Nel Quaternario, l'erosione idrometeorica, nei periodi di più intense precipitazioni, trasportò a valle enormi quantità di sedimenti che riempirono le depressioni determinando gli attuali materassi alluvionali.

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE FORMAZIONI AFFIORANTI NEL BACINO DELL'ARNO IN FAMIGLIE LITOLOGICHE OMOGENEE

Al fine di studiare le possibili relazioni fra la natura litologica del substrato e la relativa pendenza superficiale abbiamo ritenuto di raggruppare in una stessa famiglia quei complessi rocciosi che presentavano un certo grado di omogeneità litologica.

Considerata la scala a cui abbiamo eseguito il lavoro, l'estensione del territorio preso in esame e la varietà dei terreni affioranti, il raggruppamento di tipi litologici affini ha avuto lo scopo di contenere il numero delle famiglie.

La classificazione dei terreni è stata fatta unicamente sulla base delle loro caratteristiche sedimentarie e litologiche, senza tener conto dei riferimenti cronologici e dell'ambiente di sedimentazione; nello stesso gruppo, infatti, purché litologicamente affini, sono stati inseriti sia complessi rocciosi di origine marina che continentale.

I terreni che presentano lo scompaginamento dei primitivi rapporti sedimentari, per rimescolamenti di massa, in seguito a traslazioni, e che comunque si presentano formati da quantità notevoli di argilloscisti e marne con intercalati elementi litoidi eterogenei, sono stati classificati in un'unica famiglia, che risulta perciò scarsamente omogenea.

I depositi fluviali e fluvio-lacustri recenti ed attuali, quindi non dislocati, pur presentando una varietà notevole di tipi litologici, sono raggruppati in un'unica famiglia, per la caratteristica modalità di deposizione orizzontale o suborizzontale da ambiente acqueo;

questi sedimenti risultano infatti distribuiti per circa il 96% nella prima e seconda classe di acclività.

In sintesi i complessi rocciosi affioranti nel bacino dell'Arno sono stati raggruppati in quindici tipi litologici, a ciascuno dei quali è stato attribuito un simbolo di riferimento:

— Co : materiali alluvionali eterogenei di conoidi di deiezione.

— Tr : travertini recenti ed attuali.

— Q : depositi alluvionali recenti ed attuali.

— Sb : sabbie sciolte, sabbie localmente cementate, sabbie a livelli argillosi o ghiaiosi pur con caratteristiche litologiche locali diverse ([3]).

— Ag : argille azzurre e cenerine (plastiche e talora leggermente sabbiose), argille con lenti di gesso e salgemma (Mg), argille sabbiose con intercalazioni di marne arenacee (Mlag) Foglio 112 Volterra, argille lignitifere lacustri (Pla), argille lacustri alternate a straterelli sabbiosi (Vag) Foglio 114 Arezzo, argille ed argille marnose (Mla_2) Foglio 113 Castelfiorentino.

— Ar : Arenarie quarzoso feldspastiche gradate ed alternate a siltiti ed argilliti siltose (macigno), arenarie quarzoso calcaree (pietra forte), arenarie, marne siltose e marne sabbiose (marnoso arenacea).

— As : alternanze di siltiti ed argilliti siltose, marne ed arenarie quarzoso-feldspatiche fini (formazione di Londa).

— Ca : argilloscisti e marne con intercalazioni litoidi frammentate di calcari, calcareniti, arenarie, pietre verdi, diaspri, etc. (argille scagliose ofiolitifere): (Csp, sp) Foglio 113 Castelfiorentino, (fG) Foglio 107 Monte Falterona, (alb, sp) Foglio 105 Lucca, (c', i) Foglio 106 Firenze.

— Rv : serpentine, gabbri e diabasi.

— Mt : conglomerati quarzoso-micacei (anageniti), quarziti e quarziti sericitiche, filladi quarzitiche e sericitico-cloritiche (Tcg, Tqz) Foglio 105 Lucca.

([3]) Per esempio nel bacino del fiume Era sono diffuse sabbie cementate di origine marina (Ps), mentre molto diffusa in tutto il Valdarno è la formazione delle sabbie di Bucine (Sb), definibile come una sabbia fluviale con paleosuoli e stratificazione incrociata di tipo dunoso.

— Al : alternanze ritmiche di calcari clastici, arenarie, marne, argille marnose ed argille. Talora arenaria, calcare, calcare marnoso ed argilla costituiscono strati distinti, altre volte si rileva nello stesso banco il passaggio da arenaria, calcarenite fino ad argilla (alberese): (mcC) Foglio 112 Volterra, (fS, al) Foglio 113 Castelfiorentino, (bnS) Foglio 107 Monte Falterona.

— Cc : dolomie e dolomie vacuolari (calcare cavernoso).

— Cm: calcare cristallino compatto, calcare massiccio e calcare a liste di selce.

Distribuzione planimetrica dei tipi litologici

Facendo riferimento alla carta geolitologica allegata si osserva che alcuni tipi litologici sono distribuiti in modo pressoché uniforme in tutto il bacino, mentre altri risultano localizzati solo in zone determinate e completamente assenti in altre. La diversa distribuzione spaziale dei terreni è da attribuire alle vicende tettoniche che hanno interessato la regione toscana e di cui abbiamo fatto cenno in un precedente paragrafo.

Il Valdarno inferiore mostra la maggiore varietà di tipi litologici essendo costituito dai terreni dell'autoctono toscano, con i nuclei metamorfici del monte Pisano e della Montagnola senese, dalle formazioni della Falda toscana, dell'alloctono (argille scagliose ofiolitifere) e dai vasti affioramenti di neoautoctono giacenti a S dell'Arno. Come tipi litologici altrove non rappresentati si rilevano affioramenti di travertino (circa 57 Kmq) nella zona di Colle Val d'Elsa - Campiglia dei Foci, di calcare cavernoso (circa 83 Kmq) nel Monte Maggio e Poggio del Comune, Foglio 113 Castelfiorentino; di anageniti, filladi e quarziti nel nucleo metamorfico del Monte Pisano. Scarsi affioramenti di cipollini, calcescisti e calcari cristallini sono localizzati nella Montagnola senese. L'unico tipo litologico non presente in questa regione, che riveste interesse soprattutto da un punto di vista geologico, è il tipo As.

I sedimenti alluvionali recenti, le sabbie, le argille ed i conglomerati occupano da soli circa il 68% della superficie complessiva di questa parte del bacino dell'Arno.

Nel Valdarno medio e superiore si osserva una progressiva riduzione di tipi litologici a vantaggio dell'estensione degli affioramen-

ti; in queste zone risultano prevalenti i complessi arenacei Ar e As, i calcari marnosi Al e gli argilloscisti Ca. I depositi alluvionali recenti ed attuali, le sabbie e subordinatamente le argille costituiscono il materiale di riempimento delle conche fluvio-lacustri centro-appenniniche.

La Valdichiana è occupata in prevalenza da sedimenti alluvionali recenti, da sabbie e da argille di facies continentale e marina; le formazioni arenacee tipo Ar e As occupano estensioni notevoli e costituiscono le dorsali principali della regione.

Infine nel Casentino sono assolutamente prevalenti sugli altri i tipi arenacei Ar e As che costituiscono le strutture tettoniche principali e determinano i lineamenti morfologici della regione. Questi due tipi occupano da soli 653 Kmq, pari a circa il 74% dell'intera superficie del bacino. In questa zona i sedimenti fluviali e fluvio-lacustri sono molto scarsi.

Rapporti di distribuzione fra acclività e litologia

a) *Distribuzione di frequenza delle classi di acclività nei tipi litologici*

Consideriamo dapprima il bacino dell'Arno nel suo insieme, riassumendo la distribuzione di frequenza delle classi di acclività nei diversi tipi litologici: tab. I e fig. 1.

Come si rileva dalla tab. I e dagli istogrammi di figura 1 la distribuzione delle classi di acclività risulta caratteristica per ogni tipo litologico, anche se in tipi affini si osservano distribuzioni di frequenza convergenti. Da ciò, l'influenza della natura litologica del substrato sulla genesi delle superfici morfologiche, risulta evidente. Bisogna tuttavia ricordare che i fattori morfogenetici sono numerosi, ed è solo con lo studio locale delle loro reciproche interazioni che è possibile dare spiegazione dell'andamento della superficie topografica.

Nel tipo litologico Q si osserva la massima distribuzione di frequenza in corrispondenza della I classe con il 66,9%, seguono la II e III classe con valori rapidamente decrescenti. Nel complesso il tipo Q, depositato da acque continentali e non dislocato, risulta giacente quasi completamente in condizioni orizzontali o suborizzontali. Nel tipo Tr si osserva la massima frequenza in corrispon-

TABELLA I

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per tipo litologico in tutto il bacino dell'Arno.

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	(4) P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Q	975,0	66,9	444,0	30,5	36,8	2,5	1,8	0,1	—	—	—	—	1457,6	3,6
Tr	18,1	31,7	30,8	53,9	8,2	14,4	—	—	—	—	—	—	57,1	6,3
Co	7,7	38,1	10,1	50,0	2,4	11,9	—	—	—	—	—	—	20,2	5,8
Sb	172,2	12,0	703,0	49,1	49,6	34,7	59,2	4,2	—	—	—	—	1430,4	9,8
Ci	0,4	1,3	16,4	55,2	12,9	43,5	—	—	—	—	—	—	29,7	10,3
Cg	0,2	0,1	92,4	31,9	182,5	63,0	14,6	5,0	—	—	—	—	289,7	12,9
Ag	97,6	12,7	350,3	45,8	275,1	35,9	42,6	5,6	—	—	—	—	765,6	10,1
Cc	3,7	4,4	36,3	43,5	41,8	50,2	1,6	1,9	—	—	—	—	83,4	11,0
Ca	2,7	0,4	123,8	19,0	452,5	69,6	64,0	9,8	7,7	1,9	—	—	650,7	14,7
Rv	0,2	1,2	7,6	23,6	16,0	49,7	8,2	25,5	—	—	—	—	32,2	15,4
Cm	0,2	2,4	0,6	7,1	2,9	34,5	4,3	51,2	0,4	4,8	—	—	8,4	20,4
Mt	0,7	1,6	4,2	9,7	13,8	31,9	24,6	56,8	—	—	—	—	43,3	19,7
As	3,9	0,4	56,1	6,2	348,0	38,6	368,5	40,9	123,8	13,8	0,6	0,1	900,9	22,0
Al	1,7	0,3	69,6	11,4	371,1	60,5	125,4	20,4	30,7	5,0	14,5	2,4	613,0	19,1
Ar	2,6	0,1	120,4	6,6	653,0	35,4	785,6	42,6	235,5	12,7	47,7	2,6	1844,8	23,4

(4) La pendenza media per tipo litologico si è ottenuta con la seguente relazione:

$$Pm = \frac{p^1a + p^2b + p^3c + p^4d + p^5e + p^6f}{a + b + c + d + e + f}$$

dove a, b, c, d, e, f, misurati in Kmq, indicano le aree di ogni tipo litologico presente in ciascuna classe di pendenza, e p^1, p^2, p^3, p^4, p^5, p^6 le pendenze medie relative ad ogni classe.

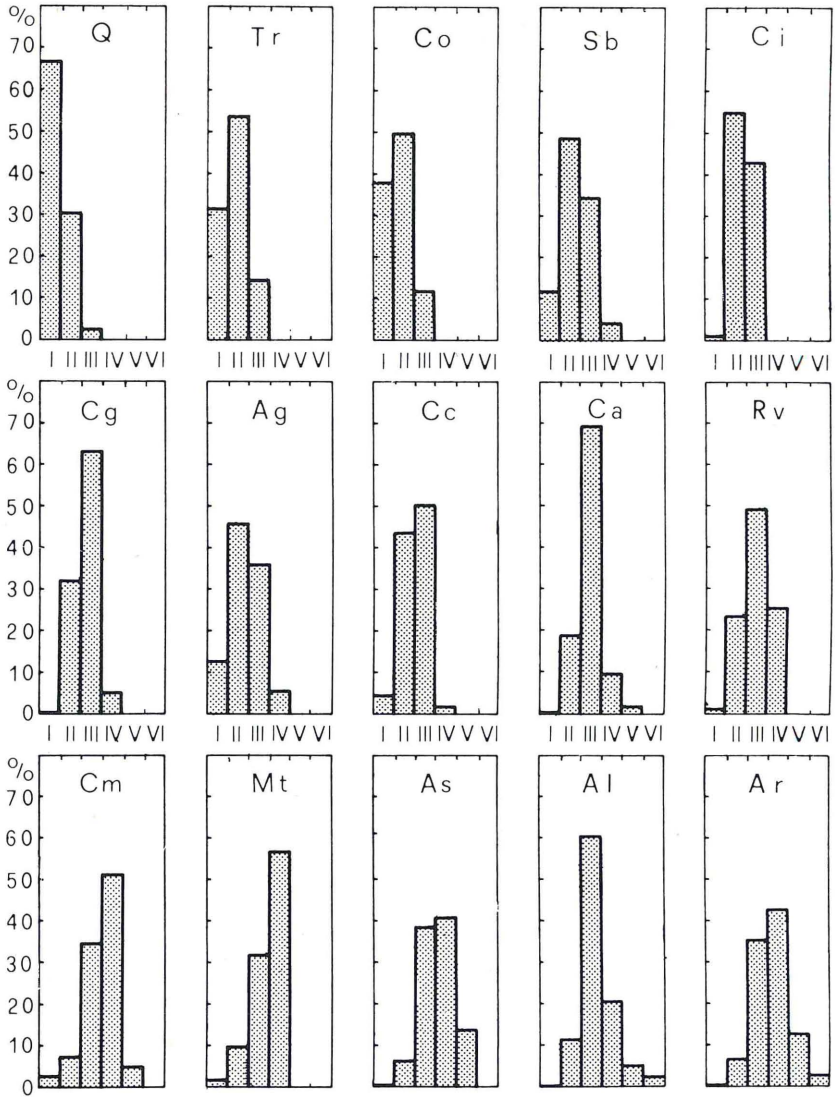

Fig. 1 - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nell'intero bacino dell'Arno.

denza della II classe con il 53,9%, seguono la I e III classe rispettivamente con il 31,7% e 14,4%. Il tipo Tr, corrispondente ai travertini, e quindi ad un deposito chimico da acque continentali, si caratterizza per un valore della pendenza superficiale assai modesto.

Il tipo Co ha un istogramma analogo al tipo Tr, con un massimo di frequenza della seconda classe.

Nei tipi Sb ed Ag si osserva la massima distribuzione di frequenza della II classe, rispettivamente col 49,1% e 45,8%, ed un massimo secondario della III. Nei tipi Cg e Cc invece la frequenza è massima in corrispondenza della III classe, mentre relativamente alla II si osserva una massimo secondario. Nei tipi Ca, Rv ed Al la distribuzione di frequenza presenta un massimo assoluto molto evidente della III classe e valori nettamente subordinati delle altre; in Cm ed Mt la distribuzione di frequenza è regolarmente crescente dalla I alla IV classe. Infine i tipi Ar ed As mostrano una distribuzione di frequenza massima in relazione alla IV classe ed un massimo secondario, di valore molto vicino al precedente, per la III classe.

b) *Distribuzione di frequenza dei tipi litologici nelle classi di acclività*

La distribuzione dei tipi litologici nelle classi di acclività corrisponde sia a primitivi processi di dislocazione altimetrica e spaziale delle formazioni, che a successivi meccanismi morfogenetici di erosione e deposito. I detriti provenienti dal disfacimento di complessi rocciosi preesistenti sono accumulati meccanicamente in zone depresse, in giacitura orizzontale o suborizzontale, mentre le formazioni rocciose sono variamente modellate con andamenti caratteristici della pendenza superficiale.

Nello studio del territorio, oltre che da un punto di vista teorico, la conoscenza della distribuzione dei tipi litologici nelle classi di acclività riveste interesse anche da un punto di vista pratico, nel senso che la potenzialità del suolo, per le varie possibili utilizzazioni, è direttamente dipendente dai due elementi acclività e litologia: tab. II e fig. 2.

Dall'esame di tab. II e dagli istogrammi di fig. 2 si rileva che nella I classe di acclività (0-3,5%), in cui giacciono il 15,6% dei terreni di tutto il bacino, sono nettamente prevalenti i depositi recenti ed attuali, con una distribuzione di frequenza del 75,8%; seguono i tipi Sb e Ag rispettivamente con 13,4% ed il 7,6%, mentre i tipi litologici più compatti risultano quasi del tutto assenti.

Nella II classe di acclività (3,5-10%), comprendente il 25,1% dei terreni del bacino, si osserva una netta diminuzione percentuale

TABELLA II

Distribuzione di frequenza dei tipi litologici nelle classi di acclività nell'intero bacino dell'Arno.

Tipi lit.	Classi di acclività											
	I		II		III		IV		V		VI	
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%
Q	975,0	75,8	444,0	21,5	36,8	1,3	1,8	0,1	—	—	—	—
Tr	18,1	1,4	30,8	1,5	8,2	0,3	—	—	—	—	—	—
Co	7,7	0,6	10,1	0,5	2,4	—	—	—	—	—	—	—
Sb	172,2	13,4	703,0	34,0	496,0	17,1	59,2	3,9	—	—	—	—
Ci	0,4	—	16,4	0,8	12,9	0,4	—	—	—	—	—	—
Cg	0,2	—	92,4	4,5	182,5	6,3	14,6	1,0	—	—	—	—
Ag	97,6	7,6	350,3	17,0	275,1	9,4	42,6	2,8	—	—	—	—
Cc	3,7	0,3	36,3	1,8	41,8	1,4	1,6	0,1	—	—	—	—
Ca	2,7	0,2	123,8	6,0	452,5	15,6	64,0	4,3	7,7	1,9	—	—
Rv	0,4	—	7,6	0,4	16,0	0,5	8,2	0,5	—	—	—	—
Cm	0,2	—	0,6	—	2,9	0,1	4,3	0,3	0,4	0,1	—	—
Mt	0,7	0,1	4,2	0,2	13,8	0,5	24,6	1,6	—	—	—	—
As	3,9	0,3	56,1	2,6	348,0	11,9	368,5	24,6	123,8	31,1	0,6	1,0
Al	1,7	0,1	69,6	3,4	371,1	12,8	125,4	8,4	30,7	7,7	14,5	23,0
Ar	2,6	0,2	120,4	5,8	653,0	22,4	785,6	52,4	235,5	59,2	47,7	76,0
Tot.	1287,1	100	2065,6	100	2913,0	100	1500,4	100	398,1	100	62,8	100

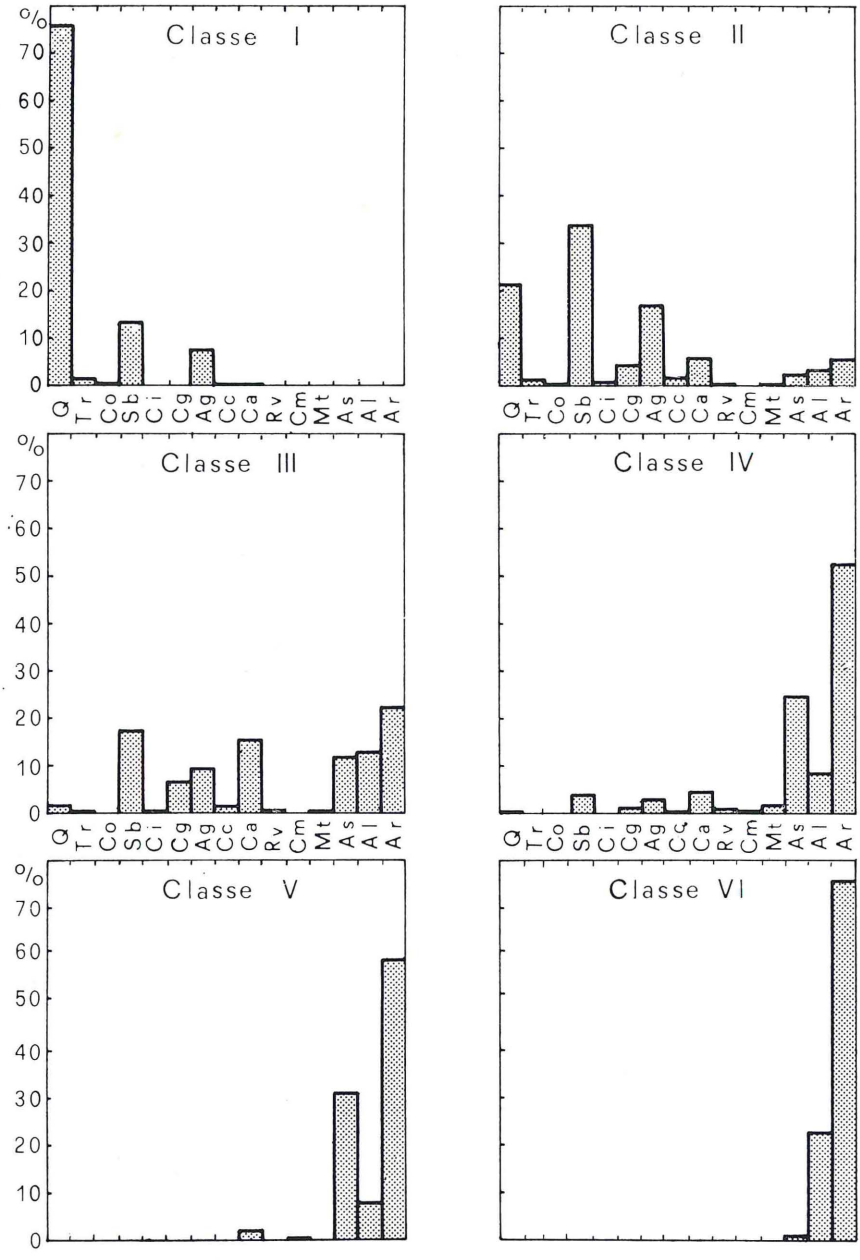

Fig. 2 - Distribuzione dei tipi litologici nelle classi di acclività nell'intero bacino dell'Arno.

dei terreni recenti ed attuali ed un aumento sensibile nella distribuzione di frequenza dei tipi Sb e Ag, rispettivamente con il 34,0% ed il 17,0%. I tipi Cg, Ca, Al, As ed Ar mostrano distribuzioni di frequenza modeste ma apprezzabili, che vanno dal 4,5% del tipo Cg al 6,0% del tipo Ca; il solo tipo non rappresentato in questa classe è il tipo litologico Cm.

Nella III classe di acclività (10 - 20%), cui appartiene il 34,5% dei terreni del bacino, si osserva la massima frequenza in corrispondenza del tipo litologico Ar con il 22,4%, segue il tipo Sb con il 17,1%, il tipo Ca con il 15,6%, il tipo Al con il 12,8% ed il tipo As con l'11,9%. Distribuzioni di frequenza più modeste si osservano in corrispondenza dei tipi Ag e Cg, rispettivamente con il 9,4% ed il 6,3%. Il solo tipo non rappresentato in questa classe è il tipo litologico Co.

Nella IV classe di acclività (20 - 30%), rappresentata dal 18,2% dei terreni del bacino, si rileva la scomparsa dei tipi Tr e Ci mentre la massima frequenza si riferisce al tipo litologico Ar con il 52,4%; segue il tipo As con il 24,6% ed il tipo Al con l'8,4%. Nel complesso gli altri tipi litologici sono rappresentati da distribuzioni di frequenza assai modeste e comunque comprese fra lo 0,1% del tipo Cc ed il 3,9% del tipo Sb.

Nella V classe di acclività (30 - 50%), comprendente il 4,9% dei terreni del bacino, i tipi litologici presenti sono ridotti a cinque. Il massimo di frequenza si riferisce al tipo Ar con il 59,2%, segue il tipo As con il 31,1% ed il tipo Al con il 7,7%. I tipi Ca e Cm sono rappresentati da frequenze dell'1,9% e 0,1%.

Nella VI classe di acclività (> 50%), rappresentata dallo 0,8% dei terreni del bacino, i tipi litologici sono ridotti a tre. La distribuzione massima di frequenza si riferisce al tipo Ar con il 76,0%, segue il tipo Al con il 14,5% ed il tipo As con l'1,0%. Si osserva che circa i due terzi dei terreni di questa classe sono costituiti dal tipo Ar.

Se si fa eccezione per i sedimenti alluvionali recenti ed attuali, che non avendo subito dislocazioni sensibili giacciono nella primitiva posizione orizzontale o suborizzontale, tutti gli altri tipi mostrano una distribuzione caratteristica nelle varie classi di acclività; in particolare i terreni incoerenti o poco coerenti sono distribuiti nelle prime tre classi di pendenza, mentre i tipi litologici più coerenti mostrano i massimi di distribuzione verso le classi più acclivi.

Distribuzione della acclività per tipo litologico nei sottobacini dell'Arno

Per uno studio articolato del rapporto acclività-litologia abbiamo suddiviso il bacino dell'Arno secondo lo schema classico: Casentino, Valdichiana, Valdarno superiore, Valdarno medio e Valdarno inferiore.

La suddivisione ha lo scopo di mettere in evidenza possibili analogie o diversità di comportamento dei tipi litologici rispetto alla distribuzione delle classi di acclività, nelle differenti situazioni fisico-ambientali dei sottobacini. Come si è accennato, un'indagine quantitativa dei fattori morfogenetici e delle loro interazioni non è semplice, perciò la distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico non può avere un significato esplicativo assoluto, ma ha solo valore indicativo.

a) *Casentino*

Il bacino del Casentino ha un'estensione di Kmq 883 ed è percorso dal primo tronco dell'Arno, dalla sua origine fino alla confluenza con il Canale della Chiana.

La struttura fondamentale della regione è riferibile ad una sinclinale i cui fianchi corrispondono ad occidente alla dorsale di Pratomagno, dove si registrano le massime quote nel Poggio della Risala (m 1.486), nel poggio Uomo di Sasso (m 1.537) e nel Poggio Masserecci (m 1.548), e ad oriente alla dorsale appenninica principale in cui si rilevano le quote massime nel Monte Falterona (m 1.654), nel Poggio Scali (m 1.520), etc.

La corrispondenza fra le strutture tettoniche e l'andamento topografico del terreno è molto evidente ed attribuibile sia alla giovinezza del rilievo che alla natura delle rocce affioranti. I movimenti tettonici della fase orogenetica principale mettendo a contatto formazioni a diverso grado di erodibilità hanno contribuito anche in questo modo a determinare i lineamenti del bacino; lo stesso effetto si può attribuire alle faglie più importanti.

Per quanto si riferisce alla natura litologica delle rocce, il bacino casentinese risulta occupato per circa il 74% dalle formazioni arenacee ed arenaceo-siltose del tipo Ar e As, ma estesi sono anche gli affioramenti dei tipi Al e Ca. Gli altri tipi litologici sono nettamente subordinati e localizzati nelle zone topograficamente più depresse: tab. III e fig. 3.

TABELLA III

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per tipo litologico nel Casentino.

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Q	12,4	33,0	23,6	62,8	1,6	4,2	—	—	—	—	—	—	37,6	5,5
Sb	2,0	8,2	21,6	88,9	0,7	2,9	—	—	—	—	—	—	24,3	6,6
Ag	4,6	19,0	19,6	81,0	—	—	—	—	—	—	—	—	24,2	5,8
Ar	—	—	4,7	1,4	119,4	35,6	180,6	53,9	30,1	9,0	0,5	0,1	335,3	22,6
As	0,5	0,2	17,5	5,5	141,6	44,6	145,1	45,7	13,0	4,0	—	—	317,7	20,1
Ca	—	—	17,6	27,4	42,2	65,7	4,4	6,9	—	—	—	—	64,2	13,4
Al	—	—	7,7	9,8	43,6	55,5	25,4	32,4	1,5	1,9	—	—	78,5	18,1
Cm	—	—	—	—	1,3	81,3	0,3	18,7	—	—	0,3	0,4	1,6	16,9

Dall'esame della tab. III e della fig. 3 si rileva una caratteristica distribuzione delle classi relativamente ad ogni tipo litologico, anche se è possibile osservare distribuzioni convergenti in tipi che giacciono in analoghe condizioni strutturali o che presentano affinità dal punto di vista litologico. Le affinità maggiori si osservano da una parte fra i tipi Q, Sb e Ag, in cui la massima distribuzione di frequenza è centrata sulla II classe e subordinatamente sulla I, e dall'altra fra i tipi nettamente dislocati e litologicamente più coerenti. Nel tipo Ar si ha un massimo di frequenza in corrispondenza della IV classe con il 53,9% ed un massimo secondario relativamente alla terza classe. L'istogramma del tipo As è pressoché simmetrico avendosi per la terza e quarta classe analoghi valori percentuali di distribuzione e agli estremi valori molto prossimi relativamente alla seconda e quinta classe. Nei tipi Al e Ca la frequenza massima è in corrispondenza della III classe di acclività, rispettivamente con il 55,5% e il 65,7%. Il comportamento del tipo Cm non è ritenuto significativo a causa della limitata estensione dell'affioramento.

L'esame comparativo fra le pendenze medie per tipo litologico, le corrispondenti distribuzioni delle classi di acclività del bacino casentinese, e quelle relative a tutto il bacino dell'Arno, mette in evidenza una certa differenza di comportamento rispetto all'anda-

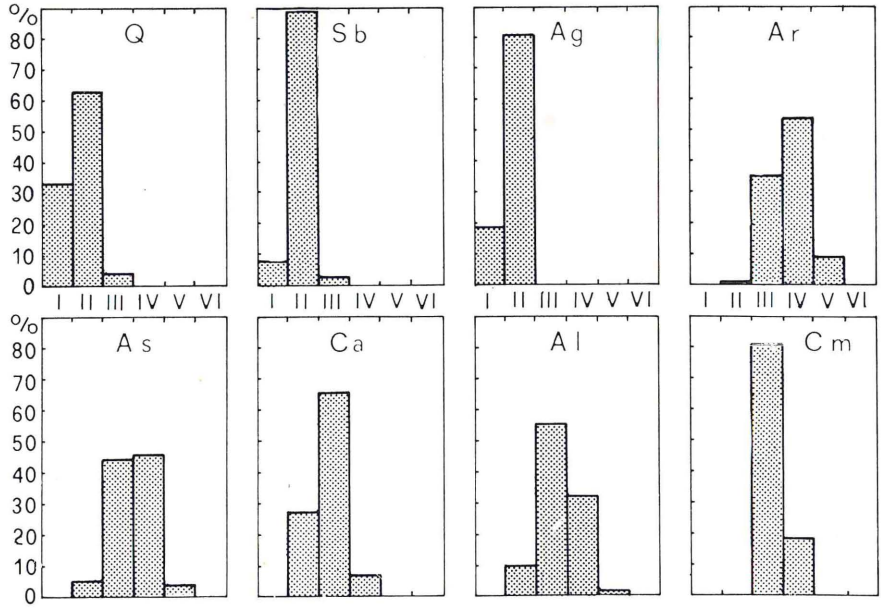

Fig. 3 - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nel Casentino.

mento medio complessivo, che risulta più sensibile per i tipi litologici non dislocati, quale ad esempio il tipo Ag che in questa regione è rappresentato da argille lacustri. In particolare quest'ultimo tipo ha una pendenza nettamente inferiore ai valori medi: 5,8% contro 10,1%. I tipi Sb e Q mostrano invece valori superiori della pendenza media ed una differente distribuzione delle classi di acclività. Molto vicine ai valori medi sono invece le acclività delle formazioni topograficamente elevate e coerenti: Al, As e Ar.

Le anomalie sopra riscontrate si riferiscono prevalentemente alle formazioni di facies continentale che occupano la parte più depressa del bacino.

b) *Valdarno superiore*

Il Valdarno superiore ha una estensione di Kmq 1.827 e presenta un notevole grado di articolazione, comprendendo a N il Mugello e a S la conca lacustre del Valdarno; ciascuna delle due sub-regioni, presentando lineamenti morfologici caratteristici, è stata studiata in modo indipendente.

Il bacino lacustre del Valdarno è di natura tettonica e compreso in una struttura a monoclinali immergentisi in direzione NE; il fianco occidentale della conca corrisponde alla dorsale dei Monti del Chianti ed il fianco orientale alla dorsale di Pratomagno. Il profilo morfologico trasversale di questa struttura (fig. 4) in corrispondenza dell'allineamento Monte Maione (m 812) - Croce di Pratomagno (m 1.591), risulta dissimmetrico, sia per l'altezza delle creste che per la pendenza media dei versanti. Si rileva infatti che la pendenza media calcolata fra Monte Maione e il fondovalle è del 6,5% mentre quella fra Croce di Pratomagno e il fondovalle è dell'11,3%; le pendenze medie calcolate nella stessa sezione, ma riferite all'intersezione fra le formazioni arenacee costituenti le dorsali ed i depositi fluvio-lacustri di riempimento della conca sono del 14,8% per il fianco NW della dorsale del Chianti e del 16,4% per il fianco SW della dorsale di Pratomagno.

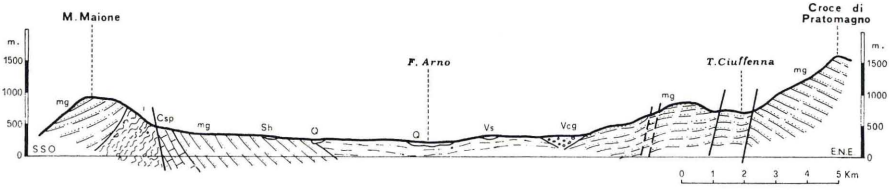

Fig. 4 - Sezione geologica trasversale del Valdarno superiore tra M. Maione e Croce di Pratomagno.

mg: macigno, Csp: calcareniti, i: Complesso indifferenziato, Sb: Sabbie di Bucine, Vs: Sabbie del Tasso, Vcg: ciottoli e sabbie (Villafranchiano), Q: depositi alluvionali attuali e recenti.

A N di Pontassieve si apre il sottobacino della Sieve, il Mugello, che è circoscritto a NW dai Monti della Calvana, di direzione antiappenninica, a S dall'allineamento Monte Maggiore (m 916) - Monte Giovi (m 992) e a N dalla dorsale appenninica principale, in cui si registrano le quote massime in corrispondenza del Monte Peschiena (m 1.198), del Monte La Faggeta (m 1.144) e del Monte il Piaggione (m 1.041). La conca del Mugello è riempita da sedimenti fluvio-lacustri villafranchiani giacenti in posizione suborizzontale con lieve pendenza in direzione SW.

Nel complesso si rileva che la corrispondenza fra gli elementi tettonici e morfologici è sempre molto evidente; le zone topograficamente depresse (conca del Mugello e conca del Valdarno) corrispondono a depressioni tettoniche mentre le sommità morfologiche

(dorsale di Pratomagno, dorsale dei Monti del Chianti e dorsale appenninica principale) sono anche elevazioni tettoniche. L'influenza delle faglie nella determinazione dei lineamenti morfologici è quasi sempre molto evidente.

Per quanto riguarda la distribuzione dei tipi litologici circa il 54,5% del bacino è occupato dalle formazioni arenacee ed arenaceo-siltose comprese nei tipi litologici Ar e As; in particolare questi due tipi, che nella nomenclatura geologica corrispondono al macigno ed all'arenaria di Monte Cervarola (macigno B), costituiscono le dorsali principali e conferiscono ad esse lineamenti morfologici caratterizzati da versanti piuttosto ripidi ed incisioni fluviali profonde. Assai diffuso è anche il tipo Al che costituisce il rilievo di Monte Morello (m 934), situato a N di Firenze, e la dorsale antiappenninica dei Monti della Calvana. Distribuito un po' dovunque e spesso strizzato in formazioni a stile più rigido è il tipo litologico Ca. I tipi Q, Sb, Cg, Ci e Ag sono localizzati nelle parti tettonicamente depresse dei bacini ed occupano una estensione complessiva pari al 31,6% del totale: tab. IVa, b; fig. 5 a, b.

Dall'esame della tab. IVa e degli istogrammi della fig. 5a appare la distribuzione delle classi di acclività per i tipi litologici affioranti nel Valdarno inferiore.

Il tipo Co è distribuito quasi ugualmente tra la I, la II e la III classe, e presenta un massimo in corrispondenza della II classe con il 41,2% del totale; nel tipo Q invece le classi rappresentate sono soltanto la I e la II. Nel tipo Sb si rileva una distribuzione di frequenza estremamente elevata relativamente alla II classe con 85,3%; i tipi Ci, Cg e Ag mostrano frequenze centrate sulla II e III classe e valori analoghi della pendenza media. Nei tipi Ca e As si rileva il massimo in corrispondenza della III classe, rispettivamente con il 79,2% e 73,5%. In Ar infine l'istogramma di distribuzione è simmetrico presentando i massimi valori di frequenza relativamente alla IV e III classe e, agli estremi del diagramma, valori simili relativamente alla II e V classe.

La tab. IV b e gli istogrammi di fig. 5 b si riferiscono al Mugello, dove, da un primo sommario esame, si rinvengono, relativamente ai tipi litologici dislocati, le pendenze medie più elevate di tutto il bacino dell'Arno ed uno spostamento della distribuzione di frequenza verso le classi di maggiore acclività. Nel tipo Sb si ha una frequenza rapidamente crescente dalla I alla II classe e gradualmente decrescente dalla II alla III e IV; nel tipo Cg la frequenza

TABELLA IVa

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per tipo litologico nel Valdarno superiore (escluso il Mugello).

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Co	3,0	35,3	3,5	41,2	2,0	23,5	—	—	—	—	—	—	8,5	6,9
Q	30,3	63,9	17,1	36,1	—	—	—	—	—	—	—	—	47,4	3,6
Sb	2,6	1,5	144,7	85,3	22,2	13,1	0,1	0,1	—	—	—	—	169,6	7,8
Ci	0,4	1,3	16,4	55,3	12,9	43,4	—	—	—	—	—	—	29,7	10,3
Cg	—	—	7,3	46,8	8,3	53,2	—	—	—	—	—	—	15,6	11,1
Ag	8,5	5,9	79,8	55,1	53,6	36,9	3,2	2,1	—	—	—	—	145,1	9,9
Ca	—	—	8,1	19,2	33,6	79,2	0,3	0,7	0,4	0,9	—	—	42,4	13,7
As	—	—	0,2	1,3	11,4	73,5	3,9	25,2	—	—	—	—	15,5	17,9
Al	1,6	2,3	19,6	28,0	39,2	56,1	9,5	13,6	—	—	—	—	69,9	13,7
Ar	0,2	—	46,9	10,6	161,3	36,4	168,8	38,1	48,9	11,0	17,2	3,9	443,3	23,0

TABELLA IVb

Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nel Mugello

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Q	24,0	24,2	67,8	68,4	6,7	6,8	0,6	0,6	—	—	—	—	99,1	6,3
Sb	2,5	7,1	20,8	59,4	8,4	24,0	3,3	9,5	—	—	—	—	35,0	10,1
Cg	—	—	3,9	29,1	8,9	66,4	0,6	4,5	—	—	—	—	13,4	13,0
Ag	2,6	17,8	12,0	82,2	—	—	—	—	—	—	—	—	14,6	5,9
Ca	—	—	10,2	12,4	57,6	70,2	8,5	10,3	5,8	7,1	—	—	82,1	16,8
As	—	—	11,1	3,7	116,6	38,7	87,3	29,0	85,5	28,4	0,6	0,2	301,1	24,8
Al	—	—	2,9	4,6	32,4	50,9	17,1	26,8	9,0	14,1	2,3	3,6	63,7	23,0
Ar	—	—	3,8	1,6	40,9	17,7	70,1	30,3	93,9	40,7	22,3	9,7	231,0	29,5

è massima per la III classe (66,4%), segue la II e subordinatamente la IV; in Ag la distribuzione delle classi è limitata alla I e II con un massimo per la II con l'82,2%.

Nei tipi litologici sopra esaminati, che occupano le parti tettonicamente depresse del bacino, si osserva in generale la massima distribuzione di frequenza relativamente alle classi meno acclivi, dalla I e non oltre la IV.

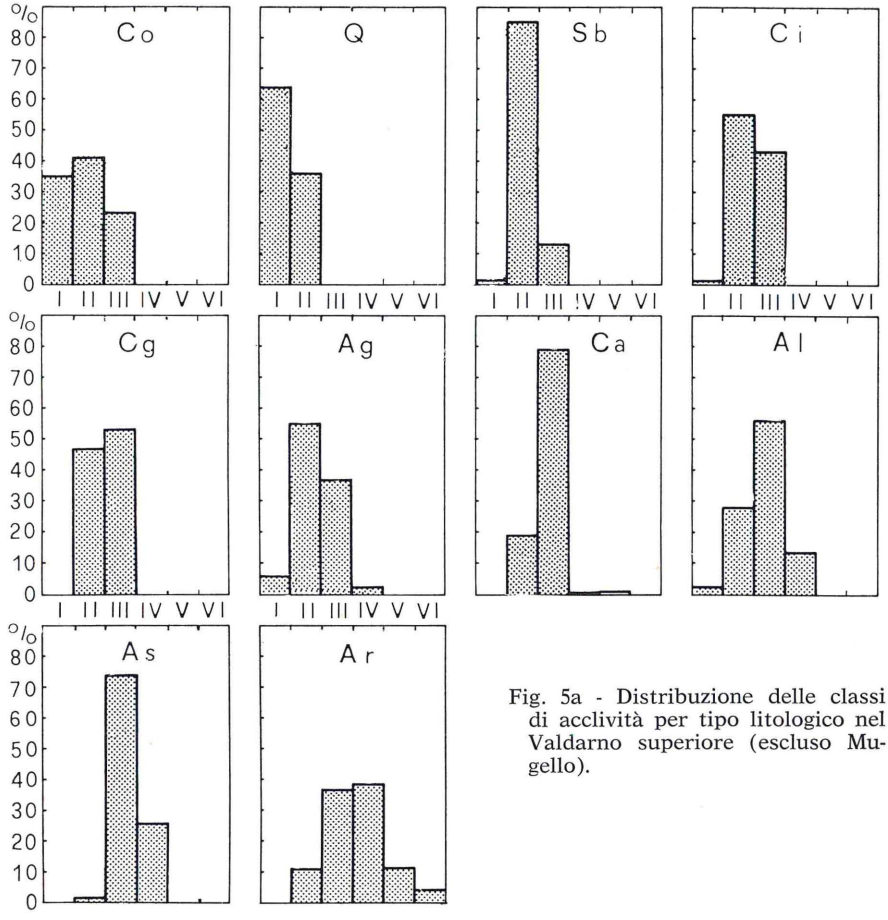

Fig. 5a - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nel Valdarno superiore (escluso Mugello).

Nel tipo Ca si rileva un massimo di frequenza in corrispondenza della III classe e valori analoghi per la II, IV e V. Nel tipo As la distribuzione di frequenza è pressoché uniforme per la III, IV e V classe, mentre nel tipo Ar, in cui si osserva il valore massimo della

pendenza media dell'intero bacino, la frequenza è regolarmente crescente dalla II alla V classe e rapidamente decrescente dalla V alla VI, dove tuttavia si registra ancora un valore del 9,7%.

Il confronto fra le tabb. IV a e IV b mette in evidenza una sostanziale analogia di comportamento delle formazioni non dislocate, anche se in alcuni casi si osservano differenze significative, segnatamente fra le argille, le quali nel Valdarno superiore hanno una pendenza del 9,9% e nel Mugello del 5,9%. Per i tipi dislocati e costituenti le strutture tettoniche principali, si rileva, passando dal Valdarno superiore al Mugello, un sensibile aumento delle pendenze medie ed uno spostamento della distribuzione di frequenza verso le classi di maggiore acclività.

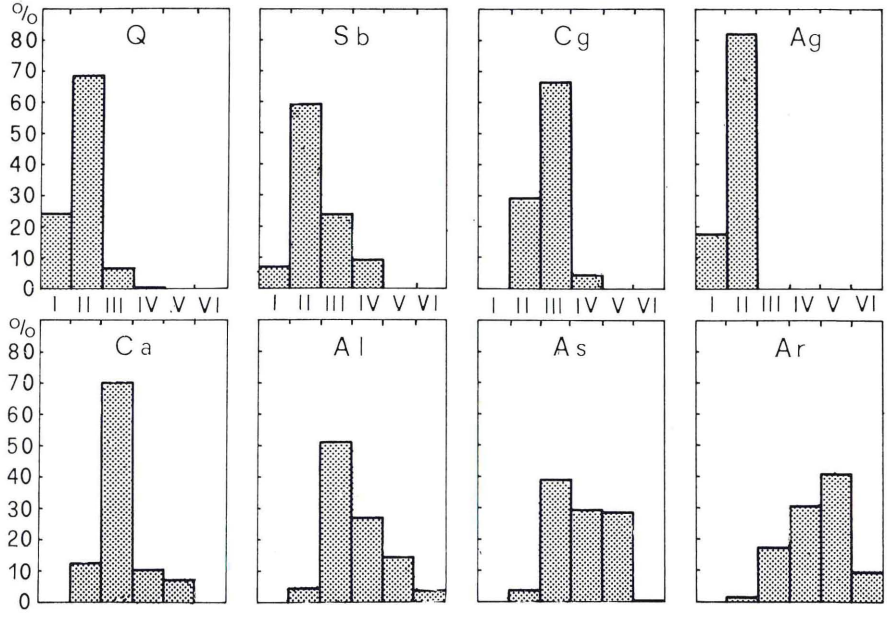

Fig. 5 b - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nel Mugello.

c) *Valdichiana*

La Valdichiana ha una estensione di Kmq 1.368 ed è percorsa in senso longitudinale dal Canale Maestro della Chiana, affluente nell'Arno in località Ponte a Buriano.

Lo spartiacque naturale di SE, rimasto a lungo incerto, è stato definito solo in tempi recenti da opere di ingegneria idraulica. A Nord la Valdichiana è separata dal Valdarno superiore da una soglia arenaceo siltosa (As) larga circa un chilometro (Poggiola - Capo di Monte). Ad occidente lo spartiacque è determinato da una dorsale che si estende in direzione NNW ed in cui le quote massime si registrano nel Poggio del Sarto (m 634), in Palazzuolo alto (m 606) e nel Poggio Capanne (m 629). Ad oriente il limite fra il bacino della Chiana ed il bacino del Tevere, ad esso contiguo, è costituito da una dorsale in cui le quote più elevate si aggirano intorno agli 800-900 metri, con un massimo in corrispondenza del Monte Alta di S. Egidio (m 1.057).

La Valdichiana corrisponde ad una conca lacustre quaternaria, colmata da ingenti quantità di sedimenti clastici di facies continentale; la sua sezione longitudinale fra la stazione di Chianciano (m 250 s.m.) e Ponte alla Nave (m 242 s.m.), lunga circa Km 43, mette in evidenza una disposizione pressoché orizzontale del terreno.

Per quanto riguarda la natura litologica degli affioramenti, circa il 26,9% del bacino è occupato dal tipo Q, che ha giacitura pressoché orizzontale. I tipi Sb e Ag, di facies prevalentemente continentale, occupano il 41,3% del territorio e sono localizzati nelle zone più depresse. I corrispondenti tipi litologici di facies marina sono appena più elevati e costituiscono a SSW lo spartiacque fra il bacino della Chiana e il bacino dell'Ombrone. I sedimenti arenacei del tipo Ar e As determinano gli spartiacque principali: in particolare il versante occidentale è costituito dal tipo Ar (macigno) ed il versante orientale prevalentemente dal tipo As (macigno B). I tipi litologici Al e Ca sono poco rappresentati e quindi non indicativi, in Valdichiana, per lo studio del rapporto litologia-acclività, come appare dalla tab. V e dalla fig. 6.

Le faglie principali mostrano un'influenza morfologica riconoscibile soprattutto quando mettono a contatto formazioni a diverso grado di erodibilità.

Nel tipo Q la distribuzione di frequenza decresce rapidamente dalla I (74,5%) alla II (24,6%) e III classe (0,9%); i tipi Co ed Sb hanno una diagramma molto simile con un massimo di distribuzione in corrispondenza della II classe e valori subordinati per la I e III; nel tipo Cg la distribuzione di frequenza è massima per la III classe, seguono con valori analoghi la III e la IV. L'istogramma del tipo Ag indica valori della frequenza regolarmente decrescenti

TABELLA V

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per tipo litologico nella Valdichiana.

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Co	4,7	40,2	6,6	56,4	0,4	3,3	—	—	—	—	—	—	11,7	5,0
Q	274,2	74,5	90.7	24,6	3,3	0,9	—	—	—	—	—	—	368,2	3,1
Sb	143,3	31,4	236,9	52,0	75,3	16,5	0,4	0,1	—	—	—	—	455,9	6,6
Cg	—	—	4,9	18,4	18,5	69,2	3,3	12,4	—	—	—	—	26,7	14,7
Ag	65,0	59,4	35,7	32,6	8,7	8,0	—	—	—	—	—	—	109,4	4,4
Ca	0,2	1,3	6,6	42,3	8,8	56,4	—	—	—	—	—	—	15,6	11,3
As	3,4	2,5	24,2	18,1	50,1	37,7	55,7	41,7	—	—	—	—	133,4	17,3
Al	—	—	0,7	6,2	8,2	72,6	2,4	21,2	—	—	—	—	11,3	16,6
Ar	1,0	0,4	38,8	16,5	127,4	54,0	68,4	29,1	—	—	—	—	235,6	16,5

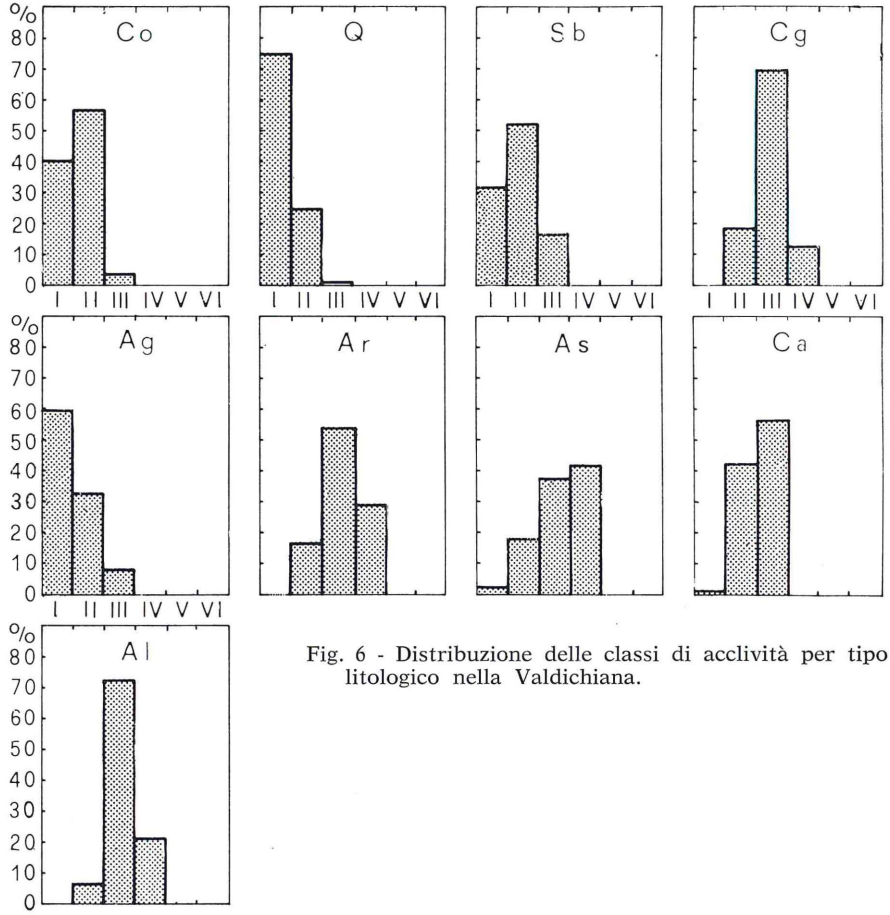

Fig. 6 - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nella Valdichiana.

dalla I (classe di massimo con 59,4%) alla III classe; si rileva inoltre un valore della pendenza media estremamente ridotto (Pm = 4,4%). Nel tipo Ar la distribuzione di frequenza è rapidamente crescente dalla I alla III classe (classe di massimo con il 54,0%) e decrescente dalla III alla IV mentre nel tipo As la frequenza cresce regolarmente dalla I alla IV classe, in cui si registra il massimo di distribuzione con 41,7%.

Dall'esame della tab. V e degli istogrammi di fig. 6 si rileva che in questa regione nessun tipo litologico risulta distribuito oltre la IV classe di acclività e che le pendenze medie delle formazioni, ad eccezione del tipo Sb, sono le più basse di tutto il bacino dell'Arno.

Nonostante il sensibile valore degli scarti rispetto agli altri sottobacini, il rapporto fra le pendenze medie dei tipi non dislocati ed i tipi dislocati tende tuttavia a mantenersi costante. I modesti valori della energia del rilievo si ripercuotono dunque in modo proporzionale su tutti i tipi, qualunque sia la loro giacitura e costituzione litologica.

d) *Valdarno medio*

Il Valdarno medio ha una estensione di Kmq 1.383,4 e comprende in posizione centrale il bacino di Firenze, di forma approssimativamente ellittica, il cui asse maggiore, orientato in direzione NW-SE, misura Km 43 e l'asse minore Km 10. La pendenza di questa ultima zona, che rappresenta la superficie di colmamento del bacino lacustre di Firenze, è molto bassa e compresa quasi completamente nella I classe di acclività.

La struttura tettonica della conca è riferibile ad una sinclinale il cui asse mediano ha nel complesso una direzione appenninica, anche se localmente, ad esempio nella dorsale dei Monti della Calvana, la direzione degli assi tettonici principali è antiappenninica.

I limiti imbriferi del Valdarno medio sono costituiti a N dalla dorsale appenninica principale, ad E dalla dorsale dei Monti della Calvana e dall'allineamento Monte Morello (m 892) - Poggio del Giro (m 747) e da vari rilievi minori fino a Pontassieve, che costituiva il limite di separazione fra il bacino lacustre del Valdarno superiore ed il bacino di Firenze. A W il limite del bacino è costituito dalla dorsale di Monte Albano - Monte della Piaggiona, in cui si rilevano le quote più elevate in corrispondenza del Poggio del Ciliegio (m 611), del Monte Fiore (m 533) e di Casa Belvedere (m 492), e che strutturalmente è riferibile ad una monoclinale di direzione approssimativamente appenninica che si immerge in prevalenza verso NE-SW. A SE i limiti imbriferi del bacino sono determinati dalle prime propaggini della dorsale del Chianti, che in questa zona ha le massime quote nel Poggio di Firenze (m 694), nel Monte Muro (m 634), nel Monte Moggino (m 730) e nel Monte Querciabella (m 845). Questa ultima struttura è di tipo anticlinalico, anche se complicato da un sistema subparallelo di faglie antiappenniniche.

L'influenza delle faglie nella determinazione dei caratteri morfologici è particolarmente sensibile quando i terreni venuti a contatto ai due lati della frattura sono diversamente erodibili; ciò si

verifica ad esempio nelle propaggini settentrionali dei Monti del Chianti dove una faglia di direzione NNE-SSW mette a contatto il macigno toscano con i complessi delle «argille scagliose»; nella collina di Fiesole e nella dorsale Monte Albano - Monte della Piaggiona, la cui terminazione longitudinale risulta tagliata da una faglia di direzione antiappenninica che mette a contatto tettonico macigno, conglomerati di facies marina e complesso caotico delle argille scagliose.

Il Valdarno medio è occupato per circa il 27% da depositi fluvio-lacustri di giacitura suborizzontale; poco rappresentati sono i tipi Sb e Cg; il tipo Ag è completamente assente. Le formazioni arenacee del tipo Ar e As occupano circa il 46% del bacino e costituiscono la dorsale di Monte Albano - Monte della Piaggiona, la dorsale appenninica principale e la dorsale dei Monti del Chianti, oltre che tutta una serie di rilievi minori dei quali il più importante, per l'orientazione appenninica dei suoi assi tettonici, è la collina di Fiesole. Con lo stesso simbolo Ar si indicano in questa zona estese placche di «pietraforte» affioranti intorno a Firenze. Molto diffuso in tutto il Valdarno medio è il tipo Al che costituisce la dorsale dei Monti della Calvana, del Monte Morello ed è rappresentato in una vasta placca subito a SE di Firenze. Il tipo Ca affiora per una estensione di Kmq 278 e non presenta lineamenti tettonici propri ma riproduce piuttosto le strutture delle formazioni sottostanti più rigide. In località Poggio Ferrato (m 420), a NW di Prato, affiora una grossa massa di serpentine e gabbri (Rv), che si differenzia nettamente per il valore più elevato della pendenza superficiale rispetto agli affioramenti circostanti di natura argilloscistosa (Ca).

TABELLA VI

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per tipo litologico nel Valdarno medio.

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Q	308,0	83,2	56,3	15,2	5,2	1,4	0,8	0,2	—	—	—	—	370,3	2,3
Sb	2,9	7,7	29,8	79,0	4,7	12,5	0,3	0,8	—	—	—	—	37,7	7,5
Cg	—	—	5,1	23,4	16,4	75,2	0,3	1,4	—	—	—	—	21,8	13,2
Ca	1,7	0,6	58,8	21,2	193,3	69,5	22,9	8,2	1,3	0,5	—	—	278,0	14,1
Rv	0,3	5,1	0,8	13,6	3,4	57,6	1,4	23,7	—	—	—	—	5,9	15,6
As	—	—	3,1	2,3	28,3	20,6	80,5	58,7	25,3	18,4	—	—	137,2	25,4
Al	0,1	—	20,1	8,6	132,9	56,8	48,9	20,9	20,2	8,7	11,9	5,0	234,1	21,6
Ar	0,7	0,2	13,6	4,6	102,3	34,3	130,2	43,6	43,9	14,7	7,7	2,6	298,4	24,2

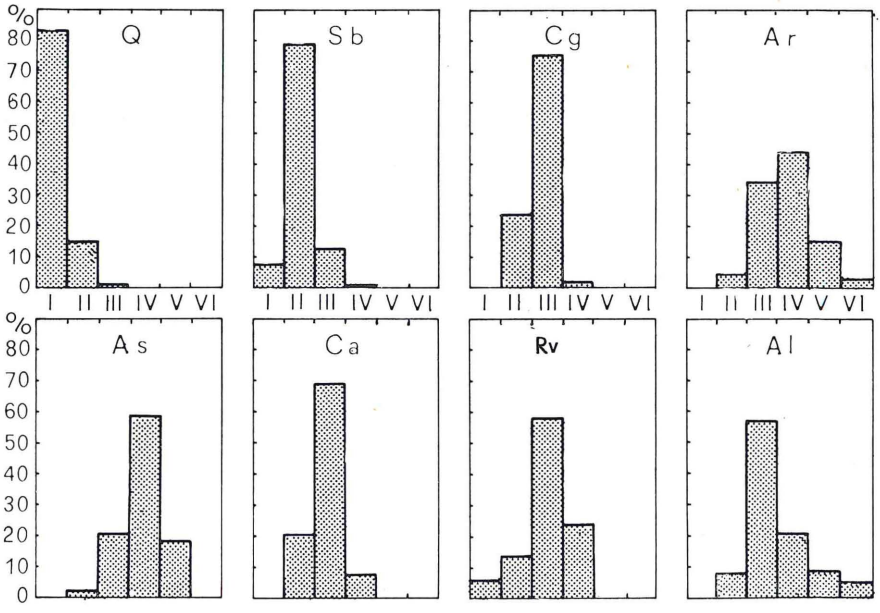

Fig. 7 - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nel Valdarno medio.

Dall'esame della tab. VI e degli istogrammi di fig. 7 risulta che i sedimenti alluvionali (Q), localizzati nel bacino di Firenze, hanno il valore più basso della pendenza media di tutto il bacino dell'Arno con il 2,3% e sono distribuiti per l'83,2% nella I classe di acclività. Nel tipo Sb la distribuzione di frequenza più elevata è in corrispondenza della II classe (79,0%) mentre nel tipo Cg in corrispondenza della III classe (75,2%). L'istogramma del tipo Ar è crescente in modo discontinuo dalla I alla IV classe di acclività e decresce altrettanto irregolarmente dalla IV alla VI; nella IV classe si osserva il massimo assoluto di distribuzione (43,6%) mentre nella III il massimo secondario (34,3%). Nel tipo As rileviamo il massimo di distribuzione in corrispondenza della IV classe (58,7%) e valori analoghi relativamente alla III e V; in questo tipo litologico si ha infine la pendenza media più elevata del bacino (25,4%). L'istogramma del tipo Al mostra il massimo di distribuzione in corrispondenza della III classe (56,8%), poi decresce regolarmente dalla III alla VI classe in cui si osserva ancora una frequenza di distribuzione del 5,0%: è questa per il Valdarno medio la distribuzione di frequenza massima relativamente alla VI classe di acclività.

e) *Valdarno inferiore*

Il Valdarno inferiore ha una estensione di Kmq 2.766,5 ed è percorso dall'ultimo tratto dell'Arno, dalla soglia della Gonfolina al mare.

Considerato il grado di articolazione della regione e la varietà dei complessi rocciosi affioranti, la descrizione dell'assetto tettonico generale è molto complesso e comunque non riferibile ad un unico piano strutturale. A S dell'Arno affiorano i sedimenti autoctoni pliocenici, che occupano circa il 50,0% dell'intero Valdarno inferiore e costituiscono la quasi totalità dei bacini secondari dell'Era e dell'Elsa. Nel nucleo metamorfico del Monte Pisano, nella Montagnola senese e nell'esiguo affioramento di Iano (Volterra) si rinviene l'autoctono toscano, completamente assente nelle altre parti del bacino dell'Arno. A N e a E affiorano invece i terreni della Falda toscana e dell'alloctono ligure.

Per quanto riguarda la natura delle rocce, in dipendenza dei fatti sopra esposti, si rileva una grande varietà di tipi litologici, essendo rappresentati dodici dei quindici tipi in cui sono stati raggruppati gli affioramenti rocciosi del bacino dell'Arno. Il tipo Q occupa circa il 19,3% del territorio e costituisce le pianure alluvionali di Empoli e Pontedera; i tipi Sb, Ag e Cg, come osservato, affiorano quasi esclusivamente a S dell'Arno mentre i tipi arenacei, rappresentati in questa regione dal solo tipo Ar, costituiscono la dorsale appenninica principale e la dorsale Monte Albano - Monte della Piaggiona: tutto ciò appare dalla tab. VII e dalla fig. 8.

Nei sedimenti alluvionali (Q) la distribuzione di frequenza decresce rapidamente dalla I classe (60,9%) alla III mentre nel tipo Tr si osserva un massimo di distribuzione in corrispondenza della II classe (53,9%) e valori minori per la I e II. I tipi Sb e Cg, nei quali il valore della pendenza media è praticamente uguale (12,5 - 12,8%), mostrano la seguente distribuzione delle classi: la frequenza cresce abbastanza gradualmente dalla I alla III classe e decresce bruscamente dalla III alla IV; il massimo di distribuzione si rileva in entrambi i tipi in corrispondenza della III classe rispettivamente con il 54,3% e 61,3% mentre la seconda classe rappresenta il massimo secondario. Nel tipo Ag si hanno distribuzioni pressoché analoghe per la II e III classe (43,0 - 45,1%) ed una frequenza dell'8,3% relativamente alla IV classe (distribuzione di frequenza massima, relativamente alla IV classe per il bacino dell'Arno, per il tipo litolo-

TABELLA VII

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per tipo litologico nel Valdarno inferiore.

Tipi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
Q	326,1	60,9	188,5	35,2	20,5	3,8	0,4	0,1	—	—	—	—	535,5	4,0
Tr	18,1	31,7	30,8	53,9	8,2	14,4	—	—	—	—	—	—	57,1	6,3
Sb	18,9	2,7	249,9	35,2	385,1	54,3	55,1	7,8	—	—	—	—	709,0	12,5
Cg	0,2	0,1	71,2	33,5	130,4	61,3	10,4	4,8	0,6	0,3	—	—	212,8	12,8
Ag	16,9	3,6	203,2	43,0	212,8	45,1	39,4	8,3	—	—	—	—	472,3	11,8
Cc	3,7	4,4	36,3	43,6	41,8	50,1	1,6	1,9	—	—	—	—	83,4	11,0
Ca	0,8	0,5	23,6	13,8	117,9	69,2	27,9	16,4	0,2	0,1	—	—	170,4	15,5
Rv	0,1	0,4	6,8	25,9	12,6	47,8	6,8	25,9	—	—	—	—	26,3	15,4
Cm	0,2	2,9	0,6	8,8	1,6	23,5	4,0	58,9	0,4	5,9	—	—	6,8	21,2
Mt	0,7	1,6	4,2	9,7	13,8	31,9	24,6	56,8	—	—	—	—	43,3	19,7
Al	—	—	18,6	11,7	115,1	72,4	25,3	15,9	—	—	—	—	159,0	15,6
Ar	0,7	0,2	10,8	3,7	100,2	34,5	160,3	55,2	18,6	6,4	—	—	290,6	21,8

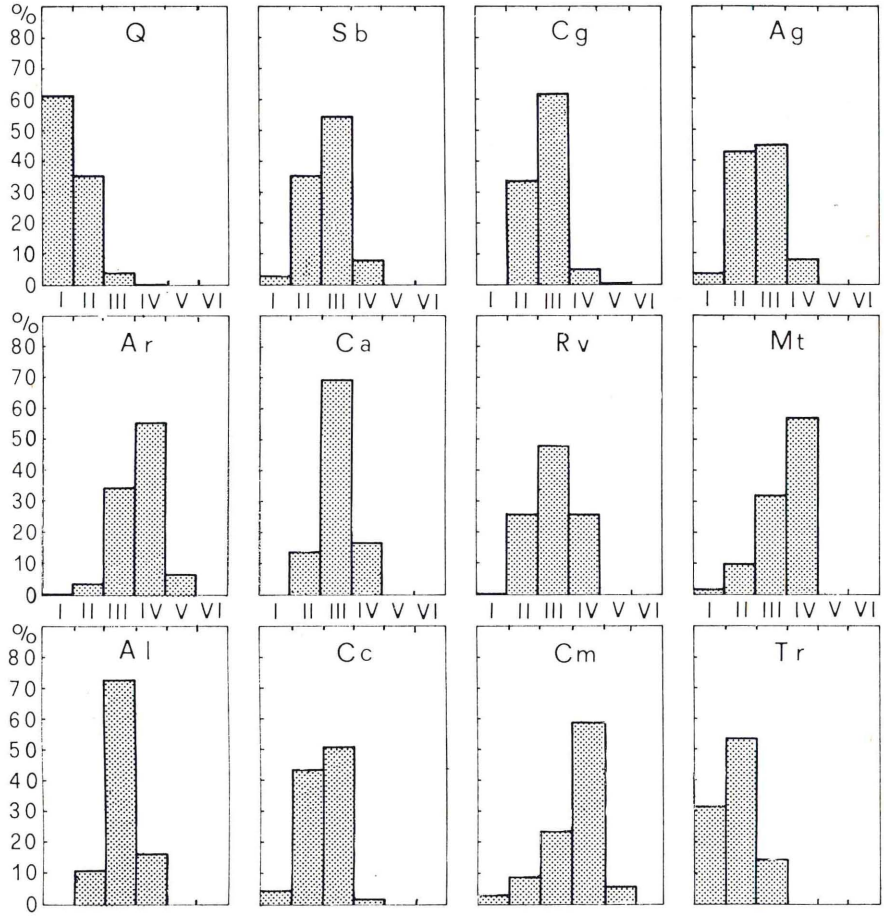

Fig. 8 - Distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico nel Valdarno inferiore.

gico Ag. I tipi Ar e Mt da una parte ed il tipo Cm dall'altra, nonostante la differenza litologica ed i diversi meccanismi di alterazione superficiale ed erosione, mostrano un'analoga distribuzione di frequenza delle classi di acclività, con un andamento crescente dalla I alla IV, in cui si registrano i massimi assoluti, e rapidamente decrescente dalla IV alla V. Nei tipi Ca ed Rv la distribuzione di frequenza è massima in corrispondenza della III classe rispettivamente con 69,2% e 47,8% e assume valori simmetrici per la II e IV classe. Si osserva infine che nel Valdarno inferiore nessun tipo litologico è rappresentato nella VI classe di acclività.

RISULTATI COMPLESSIVI DELL'ANALISI

Lo studio sistematico della distribuzione delle classi di acclività nei tipi litologici che affiorano nei bacini secondari dell'Arno ci consente di rilevare delle analogie fra alcune famiglie litologiche, relativamente al valore della pendenza media ed alla distribuzione delle classi di acclività: analogie che permettono di ridurre il numero dei tipi litologici istituendo tre soli raggruppamenti principali.

Nel gruppo A, formato dai sedimenti alluvionali (Q), dai sedimenti eterogenei dei conoidi (Co) e dai travertini (Tr), si comprendono i terreni a giacitura orizzontale o suborizzontale, in cui la pendenza media oscilla tra il 2,3 ed il 5,5% e la distribuzione di frequenza delle classi di acclività è concentrata sulla I e II classe con minimi relativamente alla III.

Nel gruppo B sono compresi in massima parte i tipi litologici incoerenti o poco coerenti e cioè: sabbie (Sb), conglomerati (Cg), ciottoli (Ci), argille (Ag), argilloscisti a frammenti litoidi (Ca). A queste famiglie si sono aggiunte quelle delle rocce verdi (Rv) e dei calcari evaporitici (Cc) per l'analogia della distribuzione delle classi di acclività. I primi quattro sono in genere scarsamente dislocati mentre il tipo Ca è dislocato ma riproduce le superfici strutturali delle formazioni sottostanti. Nei terreni di questo gruppo si osservano pendenze medie comprese fra il 10 e il 15% ed un'analoga distribuzione di frequenza relativamente alla II e III classe di acclività e valori subordinati della I e IV.

Nel gruppo C, infine, abbiamo raggruppato i restanti tipi coerenti: arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzoso-calcarifere (Ar), arenarie fini, siltiti ed argilliti siltose (As), conglomerati quarzosi e quarziti (Mt), calcari cristallini (Cm), calcari marnosi e marne (Al), sempre notevolmente dislocati ed occupanti le zone topograficamente più elevate del bacino. Le pendenze medie dei terreni di questo raggruppamento sono comprese fra il 15 ed il 25% mentre la distribuzione delle classi di acclività è massima relativamente alla III e IV classe e presenta valori ancora apprezzabili della V e VI (tab. VIII e fig. 9).

TABELLA VIII

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività per gruppi litologici nel bacino dell'Arno.

Gruppi lit.	Classi di acclività												Tot. area Kmq	P. media %
	I		II		III		IV		V		VI			
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%		
A	1000,8	65,2	484,9	31,6	47,4	3,1	1,8	0,1	—	—	—	—	1534,9	3,8
B	277,2	8,4	1329,8	40,6	1476,8	45,0	19,0	5,8	7,7	0,2	—	—	3281,7	11,2
C	9,1	0,3	250,9	7,4	1388,8	40,7	1308,4	38,4	390,4	11,4	62,8	1,8	3410,4	22,2

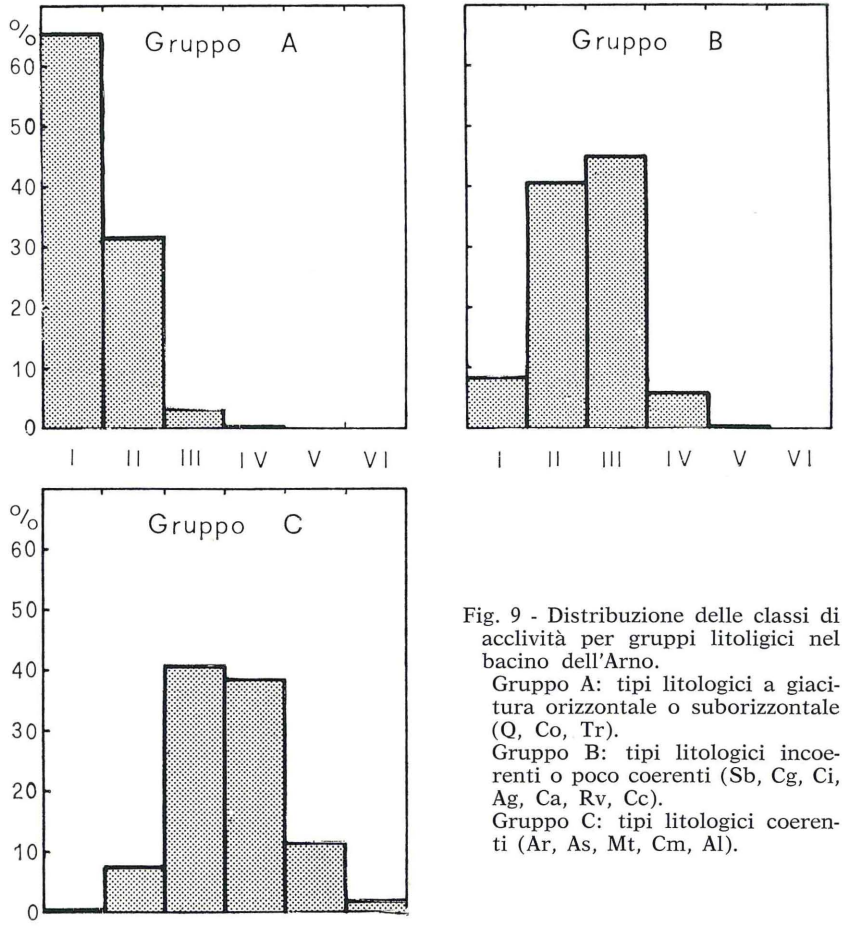

Fig. 9 - Distribuzione delle classi di acclività per gruppi litoligici nel bacino dell'Arno.
Gruppo A: tipi litologici a giacitura orizzontale o suborizzontale (Q, Co, Tr).
Gruppo B: tipi litologici incoerenti o poco coerenti (Sb, Cg, Ci, Ag, Ca, Rv, Cc).
Gruppo C: tipi litologici coerenti (Ar, As, Mt, Cm, Al).

ESAME COMPARATIVO DELLA DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI ACCLIVITÀ PER ALCUNI TIPI LITOLOGICI NEI VARI SOTTOBACINI

Allo scopo di mettere in evidenza il ruolo di altri fattori, oltre quello litologico, e principalmente il fattore tettonico, sulla distribuzione delle classi di acclività e sul valore della pendenza media per tipo litologico, si è creduto necessario confrontare l'andamento della pendenza superficiale nei vari sottobacini dell'Arno relativamente al tipo litologico Ar (arenarie quarzoso-feldspatiche e quarzoso-calcarifere) ed al tipo litologico Ag (argille), che rappresentano aspetti litologici e tettonici significativi si situazioni estreme ([5]): da una parte notevole dislocazione tettonica e grande rigidità litologica (Ar), dall'altra modesta dislocazione tettonica e plasticità massima (Ag).

Per quanto riguarda il tipo Ag l'esame della tab. IX e degli istogrammi della fig. 10 mostrano, per il Casentino e la Valdichiana, la massima distribuzione di frequenza in corrispondenza della I e II classe e pendenze medie rispettivamente del 5,8 e 4,4%. Nel Valdarno superiore la distribuzione delle classi di acclività è centrata sulla II e III classe mentre si osserva una distribuzione di frequenza ancora sensibile in corrispondenza della IV classe (2,2%); in questo bacino la pendenza media sale al 9,9%. Nella Val d'Era infine si osserva la massima distribuzione di frequenza in corrispondenza della III classe (42,9%) ed un valore del 14,6% relativamente alla IV classe (valore massimo della distribuzione di frequenza, per il tipo Ag, relativamente al bacino dell'Arno); la pendenza media è anch'essa più elevata con il 12,9%.

La tab. X e gli istogrammi di fig. 11 si riferiscono al tipo litologico Ar, che essendo rappresentato in tutte le parti del bacino con una certa regolarità, offre utili possibilità di confronto.

Dalla tab. X si osserva che invece dei dati del Valdarno superiore si sono utilizzati quelli relativi al Mugello, regione fortemente dislocata ed occupata per circa il 64% dalle formazioni arenacee

---

([5]) Si deve precisare che il tipo litologico Ar non presenta in confronto agli altri tipi la massima rigidità litologica, ma considerata l'uniformità e l'estensione dei suoi affioramenti, si è ritenuto che esso si prestasse meglio di ogni altro a rappresentare la classe dei tipi rigidi e coerenti.

TABELLA IX

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività nei sottobacini dell'Arno per il tipo litologico Ag (argille).

Sottobacini	Classi di acclività												P. media %
	I		II		III		IV		V		VI		
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	
Casentino	4,6	19,0	19,6	81,8	—	—	—	—	—	—	—	—	5,8
Chiana	65,0	59,4	35,7	32,6	8,7	8,0	—	—	—	—	—	—	4,4
Valdarno s.	8,5	5,9	79,8	55,0	53,6	36,9	3,2	2,2	—	—	—	—	9,9
Valdarno m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Val d'Era (6)	—	—	101,7	42,5	102,5	42,9	34,8	14,6	—	—	—	—	12,9

(6) Come si osserva dalla tab. IX, in luogo dei valori di distribuzione delle classi di acclività relativi al Valdarno inferiore si sono utilizzati i valori della Val d'Era, perché più significativi per quanto riguarda il rapporto struttura tettonica-acclività. Quivi, infatti, relativamente al tipo Ag, si rileva una grande uniformità litologica. Le argille giacenti nella zona sono costituite esclusivamente da argille mio-plioceniche di facies marina che risultano dislocate a varie altezze dalle fasi finali della tettogenesi appenninica. La Val d'Era risulta occupata da questo tipo litologico per circa il 40% della sua estensione.

Queste circostanze rappresentano situazioni particolarmente favorevoli per un'analisi comparativa dell'influenza del fattore dislocazione tettonica sulla determinazione dell'acclività. Nelle altre parti del bacino le condizioni di giacitura non sono altrettanto favorevoli: ad esempio le argille giacenti nel Casentino e nella Valdichiana, di origine prevalentemente continentale, risultano tettonicamente pressoché indisturbate. Nel Valdarno superiore invece esiste una situazione che potremo definire intermedia, nel senso che nel tipo Ag sono comprese sia argille di origine lacustre e di giacitura suborizzontale (Vag: argille di Figline), che argille lacustri ma dislocate (Pla: argille di Meleto, Pliocene superiore).

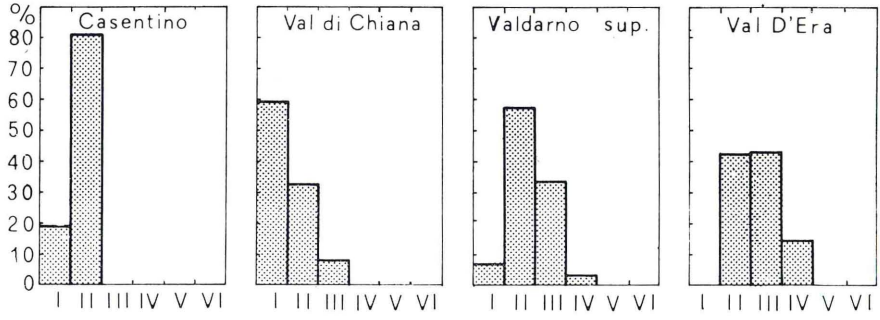

Fig. 10 - Distribuzione delle classi di acclività nei sottobacini dell'Arno per il tipo litologico Ag (argille).

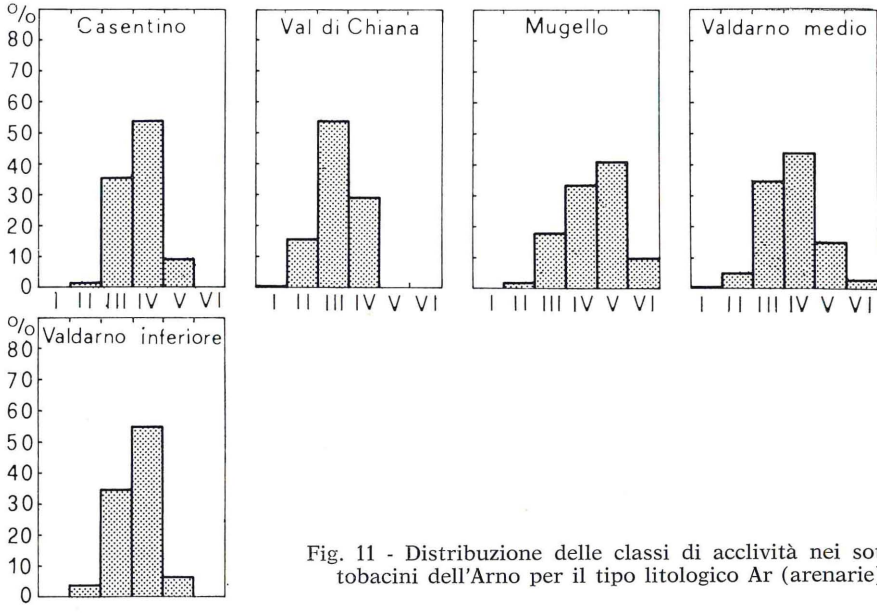

Fig. 11 - Distribuzione delle classi di acclività nei sottobacini dell'Arno per il tipo litologico Ar (arenarie).

corrispondenti ai tipi Ar e As. Gli istogrammi della fig. 11 sono stati commentati singolarmente nel precedente capitolo; ciò che qui ci interessa mettere in evidenza sono sia la diversa distribuzione delle classi di acclività relativamente alle diverse regioni esaminate, che i differenti valori della pendenza media per il tipo litologico considerato.

TABELLA X

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività nei sottobacini dell'Arno per il tipo litologico Ar (arenarie).

Sottobacini	Classi di acclività												P. media %
	I		II		III		IV		V		VI		
	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	Kmq	%	
Casentino	—	—	4,7	1,4	119,4	35,6	180,6	53,9	30,1	9,0	0,5	0,1	22,5
Chiana	1,0	0,4	38,8	16,5	127,4	54,0	68,4	29,1	—	—	—	—	16,5
Mugello	—	—	3,8	1,6	40,9	17,7	70,1	30,3	93,9	40,7	22,3	9,7	29,5
Valdarno m.	0,7	0,2	13,6	4,6	102,3	34,3	130,2	43,6	43,9	14,7	7,7	2,6	24,2
Valdarno i.	0,7	0,2	10,8	3,7	100,2	34,5	160,3	55,2	18,6	6,4	—	—	21,8

Nei sottobacini del Casentino, del Valdarno medio ed inferiore la distribuzione delle classi di acclività relativamente al tipo Ar è pressoché analoga; gli istogrammi delle distribuzioni sono crescenti dalla II alla IV classe (classe di massima frequenza) e decrescenti dalla IV alla VI, il valore della pendenza media è compreso fra il 21,8% del Valdarno inferiore ed il 24,2% del Valdarno medio. In Valdichiana invece il massimo di distribuzione è in corrispondenza della III classe (50,0%), segue la IV (29,1%) mentre la V e VI non sono affatto rappresentate; la pendenza media è in questa regione la più bassa dell'intero bacino con il 16,5%. Nel Mugello infine l'istogramma è regolarmente crescente dalla II alla V classe (classe di massima frequenza con 40,7%) e rapidamente decrescente dalla V alla VI, dove tuttavia si registra ancora una frequenza del 9,7% (valore massimo assoluto per la VI classe); la pendenza media è del 29,5%.

Conclusioni

Attraverso l'esame della distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico in tutto il bacino dell'Arno, effettuato nel presente studio, è stato possibile trovare alcune relazioni fra la costituzione litologica del substrato e la pendenza superficiale del suo-

lo; inoltre mediante l'esame del rapporto acclività-litologia all'interno dei sottobacini e lo studio comparativo della distribuzione delle classi di acclività, relativamente ai tipi litologici Ag ed Ar, è stato possibile mettere in luce l'influenza delle diverse condizioni fisico-strutturali sul valore e sulla distribuzione della acclività del suolo.

Questa duplice analisi si è resa necessaria a causa delle particolari condizioni dell'assetto strutturale del bacino. Infatti, la diversa configurazione orografica delle subregioni, più volte evidenziata, e la scarsa uniformità di dislocazione dei tipi litologici nelle varie parti del bacino stesso, determinano un diverso rapporto fra tipi litologici ed energia del rilievo, che non può non riflettersi sul valore assoluto dell'acclività. Questa risulta perciò variabile da luogo a luogo anche relativamente ad uno stesso tipo litologico; per cui è possibile anche che in località diverse vi siano acclività uguali in tipi diversi. Ciò appare evidente confrontando le tabelle di distribuzione delle classi di acclività per tipo litologico dei vari sottobacini: i tipi in cui si hanno i valori più bassi della pendenza media ed una distribuzione di frequenza spostata verso le classi di minor acclività sono generalmente quelli poco o affatto dislocati, mentre i valori più elevati della pendenza media e la distribuzione verso le classi più acclivi si riscontrano più facilmente nei tipi ad alto grado di dislocazione.

Come caso limite riportiamo ad esempio i valori delle pendenze medie e della distribuzione delle classi di acclività del tipo Ag (argille) della Val d'Era e del tipo Ar (arenarie) della Valdichiana: tab. XI.

TABELLA XI

Distribuzione di frequenza delle classi di acclività relativamente al tipo delle argille e delle arenarie.

Sottobacino	Tipi lit.	Classi di acclività						P. media %
		I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
Val d'Era	Ag	—	42,5	42,9	14,6	—	—	12,9
Valdichiana	Ar	0,4	16,5	54,0	29,1	—	—	16,5

Dalla tab. XI si noterebbe infatti una certa convergenza nella distribuzione delle classi di acclività e rispetto alla pendenza media, pur trattandosi di raggruppamenti di rocce molto diversi riguardo alle caratteristiche litologiche. Ciò va riferito a nostro avviso alla plastica del rilievo, che risulta più movimentata nella Val d'Era che non in Valdichiana. Riteniamo dunque che i differenti valori della pendenza media, riscontrati nei vari tipi litologici in esame, non siano da attribuire a sole differenze di costituzione litologica ma anche a condizioni di giacitura.

Ciò è d'altra parte confermato dal raffronto del valore della pendenza media e della distribuzione delle classi di acclività, nei tipi litologici Ag ed Ar, nelle differenti situazioni fisico-strutturali dei bacini secondari dell'Arno. Infatti nelle argille mio-plioceniche della Val d'Era, dislocate ad altezze relativamente notevoli rispetto al livello morfologico di base, la frequenza di distribuzione è massima in corrispondenza della III classe (42,9%) di acclività ed ancora sensibile relativamente alla IV classe (14,6%) mentre la pendenza media raggiunge un valore del 12,9%. Nel Casentino e in Valdichiana, invece, dove le argille risultano scarsamente dislocate, la distribuzione di frequenza è massima in corrispondenza della II e I classe e la pendenza media è rispettivamente del 5,8% e 4,4%. Nel Valdarno superiore infine, dove le argille sono in parte dislocate ed in parte giacenti nella primitiva posizione suborizzontale, si osserva la distribuzione di frequenza massima della II classe (57,5%) ma ancora elevata della III (33,6%) e la pendenza media del 9,9%. Analoghe considerazioni scaturiscono dall'esame degli istogrammi di distribuzione relativi al tipo Ar: nella Valdichiana dove l'energia del rilievo è modesta, la massima distribuzione di frequenza è in corrispondenza della III classe mentre la V e VI non sono affatto rappresentate; la pendenza media è del 16,5%. Nel Mugello, regione fortemente dislocata, si hanno le massime distribuzioni di frequenza in corrispondenza delle classi più acclivi (V e VI) ed un valore della pendenza media del 29,5%.

Tuttavia si può affermare che ciascun tipo litologico, conformemente alle opinioni generali in materia, ha nei confronti delle azioni morfogenetiche un proprio comportamento caratteristico, ma a parità di condizioni fisico-strutturali di giacitura, e cioè nell'ambito di ciascuna «cellula» morfologica quale potrebbe essere considerata ogni singola regione presa nel suo insieme, poiché i tipi litologici

incoerenti o poco coerenti tendono a generare superfici morfologiche a basso grado di acclività mentre i tipi litologici compatti, proporzionalmente al loro grado di compattezza e cementazione, tendono a generare pendenze più rilevanti. Ciò trova conferma nella notevole diversità dei valori della pendenza media per il tipo litologico, come risulta dall'analisi di tutto il bacino dell'Arno sintetizzato nella tab. I (pag. 72) dove si va da un minimo del 9,8% relativamente al tipo litologico Sb (sabbie) ad un massimo del 23,4% relativamente al tipo Ar (arenarie).

Tali circostanze consentono di ammettere l'esistenza di una relazione fra l'acclività e la natura litologica del substrato, sottolineando però il carattere relativo di tale dipendenza, in quanto i valori assoluti dell'acclività, in una certa regione, pur essendo condizionati dal tipo litologico, non possono essere confrontati a quelli dello stesso tipo litologico di un'altra regione senza ulteriori considerazioni.

L'acclività risulta pertanto da un complesso di interazioni di molti fattori e processi. Non si può infatti correlare semplicemente la pendenza superficiale col tipo di rocce di una regione poiché per poter fare una valutazione realistica devono essere considerate insieme il clima, la struttura, l'evoluzione geomorfologica e tutti gli altri fattori concorrenti.

OPERE CITATE

ACCADEMIA ECONOMICO AGRARIA DEI GEORGOFILI (1956) - Il bacino dell'Arno. 3 - 23.

BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI E., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R., TONGIORGI M. (1967) - Nuove osservazioni sul problema della Falda Toscana e sulla interpretazione dei flysch arenacei tipo macigno dell'Appennino settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **6** (2), 213 - 244.

FOGLI DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, SCALA 1/100.000: 97, 98, 99, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114, 115, 20, 121, 122, 130.

GIANNINI E., NARDI R., TONGIORGI M. (1962) - Osservazioni sul problema della Falda toscana. *Boll. Soc. Geol. It.*, 81, **2**, 17 - 98.

GIANNINI E., PEDRESCHI L. (1949) - Considerazioni sullo sviluppo dell'idrografia in relazione alle più recenti teorie sull'orogenesi appenninica. *Atti Soc. Sc. Nat.*, **56**.

GIGLIO G., LA MONICA G. B. (1969) - Acclività. Sta in: Idrologia dell'alto bacino del Liri (Appennino centrale). *Geologica Romana*, 8, 305 - 318.

MERLA G. (1952) - Geologia dell'Appennino settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **70**, 1, 95 - 365.

MICHELI P. (1967) - La serie di Monte Senario nei dintorni di Pergine Valdarno. *Mem. Soc. Geol. It.*, **6** (4), 489-502.

PRINCIPI P. (1926) - Alcune osservazioni sulla geologia e morfologia del bacino del Mugello. *Boll. Soc. Geol. It.*, **45**, 49 - 66.

RIDOLFI G. (1971) - Carta delle Acclività del bacino dell'Arno. *Atti Soc. Tosc. di Sc. Nat.*, Serie A, **78**, pagg. 41-61.

SESTINI A. (1931) - Il mare pliocenico della Toscana Meridionale. *Mem. Geol. e Geogr. di Giotto Dainielli*, II, 239-333.

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