

ALBERTO ANTONIAZZI - VALDES PROLI

**L'EROSIONE DEL SUOLO
NELLA PROVINCIA DI FORLÌ**

A CURA DELLA
CAMERA DI COMMERCIO,
INDUSTRIA, ARTIGIANATO
E AGRICOLTURA
FORLÌ

CON UNA CARTA IN SCALA 1:100.000

ALBERTO ANTONIAZZI - VALDES PROLI

L'EROSIONE DEL SUOLO
NELLA PROVINCIA DI FORLÌ

CON UNA CARTA IN SCALA 1:100.000

A CURA DELLA CAMERA DI COMMERCIO, INDUSTRIA, ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
FORLÌ

Estratto dai « Bollettini mensili » della C.C.I.A.A. di Forlì
nn. 1, 4, 5, 8, 11, 12, del 1967

PRESENTAZIONE

Il fenomeno erosivo in molte regioni della nostra Italia è di notevole intensità e provoca ogni anno ingenti danni.

Le cause sono molteplici ed interdipendenti ma insieme alla natura geologica e conseguenti caratteristiche morfologiche e all'azione del clima sta anche l'influsso dell'uomo, multiforme e perdurante da molti secoli e per vaste plaghe da millenni.

Si tratta per grande parte del territorio di erosione idrica di cui occorrerebbe per lunghi cicli misurare l'intensità e chiarire la natura. Nonostante il gran parlare che si fa di questi fenomeni, soprattutto dopo il verificarsi di tragici eventi, ricerche sperimentali, misure sistematiche e raccolte di dati sono quanto mai scarse e frammentarie.

Particolarmente benvenute son dunque monografie come questa per la provincia di Forlì dovuta alla passione e alla costanza del Dr. Alberto Antoniazzi e del Geom. Valdes Proli.

Si tratta d'un esame assai accurato dell'intera provincia con la presentazione di una carta che sintetizza l'andamento del fenomeno nelle varie formazioni geologiche e nei diversi paesaggi. Gli Autori per primi sottolineano che c'è una deplorabile mancanza di dati sperimentali ma ciò nonostante riescono a dare a mio avviso un esauriente e chiaro quadro della situazione. Per il futuro si impongono evidentemente delle ricerche accurate, che gli Enti locali e lo Stato dovrebbero finanziare regolarmente, con il duplice scopo di controllare una situazione che potrebbe in certe località farsi particolarmente grave e di acquisire più precise conoscenze sull'intensità del fenomeno.

Questo lavoro, che manca ancora per grandissima parte d'Italia, costituisce comunque un fondamento solido, di cui va dato ampio riconoscimento ai valorosi Autori, e su di esso sarà possibile costruire un edificio di conoscenze che permetterà di limitare in futuro i danni dell'erosione, facendo risparmiare allo Stato e ai cittadini cospicue somme, e di dettare consigli, suggerimenti e provvedimenti per altre consimili regioni dove tali indagini siano molto meno avanzate o manchino del tutto.

FIorenzo MANCINI

Direttore dell'Istituto di Geologia Applicata
dell'Università di Firenze

P R E M E S S A

La realizzazione di una carta dell'erosione del suolo in scala 1:100.000 era parte integrante del programma di studi sullo stato attuale del suolo nella Provincia di Forlì e sugli indirizzi della sua utilizzazione futura (1). La sua preparazione risultava tanto più necessaria, in quanto sulla distribuzione dei fenomeni erosivi nel territorio provinciale mancava completamente una cartografia di dettaglio. Gli studi precedenti prendevano in esame o strettamente i fenomeni franosi o, più in generale, i fenomeni erosivi che interessavano gli affioramenti di rocce nude. Rari invece, e per lo più allo stato di accenni, gli studi sull'erosione globale del suolo.

Il rilievo della carta dell'erosione del suolo, oggetto di questo lavoro, è stato compiuto in modo da portare al riconoscimento e alla rappresentazione cartografica dello stato attuale del suolo in conseguenza dell'intervento dei vari agenti dell'erosione.

La classifica adottata, basata su pochi elementi facilmente riconoscibili sul terreno e di rilevante estensione areale, è stata stabilita e più volte rielaborata via via che procedeva l'indagine sul suolo, per renderla sempre più adatta ad esprimere in modo adeguato la situazione offerta dalla Provincia.

Sia il valore dell'erosione nei vari suoli e

nelle diverse zone, sia l'efficacia specifica dell'azione dei vari fenomeni erosivi sono ignoti nella loro incidenza quantitativa. In mancanza di lunghe ed accurate indagini sperimentali che portino alla determinazione di questi valori, il riconoscimento della situazione di fatto conseguente all'erosione del suolo nella Provincia, può dare qualche significativa indicazione in proposito.

La valutazione quantitativa della estensione delle aree interessate alle varie classi di erosione nei vari Comuni e nell'intero territorio provinciale, può essere di base ad un piano di bonifica e di rinascita delle zone collinari e montane.

Nel passare all'illustrazione della situazione dell'erosione nella Provincia va testimoniata tutta la riconoscenza dovuta al prof. Fiorenzo Mancini, Direttore dell'Istituto di Geologia applicata dell'Università di Firenze, per la pazienza con la quale ha seguito lo svilupparsi di questo lavoro e per i preziosi consigli sulla formulazione della classifica adottata. Al prof. Pietro Zangheri, libero docente nell'Istituto di Botanica dell'Università di Firenze, va il consueto tributo di gratitudine, perchè, anche per la realizzazione di questo lavoro, ha posto a disposizione la vasta conoscenza delle nostre zone, la grande cultura e la rara cortesia.

(1) Si veda in proposito A. Antoniazzi, «Un programma di studi sullo stato attuale del suolo in Provincia di Forlì e sugli indirizzi della sua utilizzazione futura», Camera di Commercio, Industria e Agricoltura, Forlì 1965.

I. - GENERALITÀ

IL TERRITORIO IN ESAME.

Oggetto di questo studio sono i 2.910 chilometri quadrati, che costituiscono il territorio della Provincia di Forlì. Di questa superficie il 32% appartiene alla pianura, il 49% alla collina e il 19% alla montagna ⁽²⁾.

Il territorio in esame è compreso tra i 43°44' e i 44°20' di latitudine Nord e tra 0°48' di longitudine Ovest e 0°18' di longitudine Est di Monte Mario, ed è posto tra l'Appennino e l'Adriatico al margine meridionale della Pianura Padana. Il suo limite amministrativo è lungo circa 330 chilometri, di cui 43 lungo l'Adriatico e gli altri in comune con le provincie di Ravenna (km. 92), di Firenze (km. 39), di Arezzo (km. 41), di Pesaro (km. 95) e con la Repubblica di S. Marino (km 20).

Diciassette vallate fluviali, che si sviluppano da SO a NE, interessano il territorio provinciale. Esse sono quelle del Lamone, del Montone, del Rabbi, del Bidente-Ronco, del Bevano, del Savio, del Pisciatello, del Rubicone, dell'Uso, del Marecchia, dell'Ausa, del Marano, del Melo, dell'Agina, del Conca, del Ventena e del Tavollo. Questi fiumi, ad eccezione del Lamone, del Bevano, del Marecchia, del Conca e del Tavollo, scorrono del tutto, o per la maggior parte, nel territorio della Provincia di Forlì. Il Lamone, il Marecchia e il Bevano appartengono alla Provincia solo in

minima parte, il Conca con la metà più bassa del suo corso e il Tavollo solo con la sua sponda sinistra.

Il territorio provinciale è interessato dal crinale appenninico ⁽³⁾ per circa 38 chilometri. Quasi perpendicolarmente a questa linea di cresta, che avanza da NO a SE, si staccano i maggiori contrafforti montani, che ne interessano il territorio e costituiscono gli spartiacque dei bacini dei fiumi Montone, Rabbi, Bidente, Savio e Marecchia. Una serie di contrafforti minori, o di diramazioni secondarie dei maggiori, completano il sistema orografico della Provincia. Sulla destra del Marecchia solo un modesto rilievo collinare appartiene alla Provincia di Forlì.

STUDI PRECEDENTI.

Come è già stato detto mancano studi sistematici e cartografici sull'erosione del suolo nella Provincia di Forlì. In quasi tutti i lavori dei geologi, dei geografi e dei naturalisti, che si sono occupati del territorio, si trovano descrizioni ed indicazioni di carattere generale circa la gravità dei fenomeni erosivi in atto. Esaminando la bibliografia è facile trovare tanto descrizioni di carattere generale, che giustificano certi paesaggi geomorfologici (paesaggi delle coltri gravitative, della formazione marnoso-arenacea, delle argille plioceniche, ecc.); quanto

(2) La massima altitudine della Provincia è rappresentata dai 1658 metri di Monte Falco. Per i dati morfometrici sul territorio è opportuna la consultazione del lavoro di A. Antoniazzi e V. Proli « Pendenze superficiali e zone altimetriche nella Provincia di Forlì » Camera di Commercio, Industria e Agricoltura, Forlì 1966.

(3) Dal Monte Falco al Monte Fumaiolo.

studi sulle frane, talvolta accompagnati da rilievi cartografici. Rari sono gli studi sui fenomeni di erosione costiera e fluviale. Rarissimi quelli sull'erosione del suolo vera e propria.

Vediamo ora i principali lavori sull'erosione che riguardano il territorio in esame:

G. Bertoni (1854) fornisce la descrizione della frana che nel 1812 provocò lo sbarramento del Savio a Quarto nei pressi di Sarsina, dando origine ad un lago.

E. Niccoli (1883, 1885, 1891) descrive le frane di Mondaino, di Perticara e di S. Paola (Cesena).

G. Scarabelli (1880) nel suo lavoro sulla geologia della Provincia di Forlì accenna ripetutamente ai vari fenomeni erosivi che interessano le varie formazioni geologiche affioranti; accenna anche alla necessità di ricostituire il bosco.

F. Ricci (1892) prende in esame gli effetti della degradazione meteorica in una località dell'Appennino forlivese.

F. Sacco (1899, 1904) nei lavori geologici sulla Romagna mette in relazione la litologia, i fatti erosivi e la geomorfologia.

R. Almagià (1907, 1908, 1931) porta un importante contributo alla conoscenza dei fenomeni franosi nell'area forlivese. Esamina le rocce in cui si formano e ne indica la distribuzione areale.

P. Zangheri (1927, 1942, 1950, 1954, 1961) esamina ripetutamente i vari fenomeni erosivi che interessano il territorio della Provincia di Forlì.

M. Bucciante (1922) prende in considerazione la distribuzione dei calanchi.

P. Principi (1936) tratta di alcuni fenomeni franosi.

F. Sensidoni (1934) esamina l'apporto di materiali nel lago di Quarto.

U. Buli (1936, 1952) studia le variazioni della linea di spiaggia e i fenomeni erosivi nel territorio forlivese.

M. Visentini (1937) prende in considerazione la degradazione media annua del bacino del lago di Quarto.

G. Borghi (1938) tratta delle variazioni della spiaggia da Cervia a Punta Gabicce.

D. Gherardi (1938) descrive la frana di Cusercoli.

G. Montanari (1939, 1940, 1942) esamina i fenomeni di trasporto solido e le frane nello Appennino romagnolo.

L. Gambi (1948, 1949) studia i laghi di frana e la bonifica della piana romagnola.

A. Veggiani (1952, 1954, 1960, 1963, 1965) descrive alcuni fenomeni franosi nella valle del Savio, porta un notevole contributo allo studio dei movimenti dei materiali costieri e segnala la rinnovata attività erosiva del fiume Savio.

P. Passerini (1958) descrive alcuni fenomeni franosi nell'alta valle del Savio.

G. Bassi, F. Bernardini, G. Puppini, G. Sacerdoti (1959) prendono in esame i fenomeni erosivi e di dissesto idrogeologico, mettendo in evidenza il rapporto tra la bonifica montana e le opere idrauliche di pianura.

M. Rossetti (1957) esamina l'interrimento del lago di Quarto.

U. Toschi (1963) accenna ai gravi fenomeni erosivi in atto nell'Appennino forlivese.

T. Gazzolo (1960) esamina i fenomeni di trasporto solido nei fiumi.

S. Giambetti e G. Bassi (1962-63) illustrano la degradabilità ed il trasporto solido nella regione emiliano-romagnola.

A. Antoniazzi (1963, 1964, 1967) descrive i fenomeni erosivi in atto nell'alta valle del Savio; ricapitola i dati sul trasporto solido; sintetizza le conoscenze attuali sul problema dell'erosione marina nel litorale forlivese.

A. Veggiani e A. Angeli (1963) descrivono i fenomeni franosi nella zona di Mercato Saraceno.

G. Rinaldi (1965) tratta anche delle frane nella Provincia di Forlì.

E. Roveri (1965) prende in esame la ripresa di fenomeni erosivi nei fiumi emiliano-romagnoli.

PERIODO DI STUDIO

Il rilievo della carta dell'erosione del suolo nella Provincia di Forlì si è protratto dall'estate del 1964 alla primavera del 1966, sviluppan-

dosi in particolar modo durante due campagne estivo-autunnali nel 1964 e nel 1966. Nei periodi estivi e autunnali sono infatti maggiormente evidenti le condizioni di erosione del suolo, sia in conseguenza degli effetti della siccità estiva, sia per i caratteri evidenziati dalla ripresa delle lavorazioni del suolo.

I rilievi sono stati condotti utilizzando le tavolette in scala 1:25.000 ⁽⁴⁾ dell'Istituto Geografico Militare. Sono stati poi riportati in scala 1:100.000, sempre su Fogli dell'Istituto Geografico Militare ⁽⁵⁾. Da quest'ultimi è stata tratta la carta in bianco e nero unita al presente lavoro.

Il rilevamento della carta dell'erosione del suolo, condotto con criteri omogenei e nella più ampia collaborazione, è stato particolarmente curato nelle valli dei fiumi Montone, Rabbi e Bidente dal geom. Valdes Proli, dirigente tecnico del Consorzio di Bonifica di Predappio, e nel restante territorio dal geologo Alberto Antoniazzi ⁽⁶⁾.

LE CLASSI DI EROSIONE.

La realizzazione della carta dell'erosione del suolo della Provincia di Forlì ha imposto il riconoscimento di una situazione di fatto, dovuta a fenomeni erosivi, la cui efficacia specifica è quasi totalmente ignota e il cui valore quantitativo potrebbe essere determinato solo mediante lunghi ed accurati studi sperimentali ⁽⁷⁾.

Per la classificazione delle varie forme di erosione si è trattato dunque di individuare caratteri facilmente riconoscibili sul terreno senza bisogno di numerosi e dettagliati esami. Occorreva inoltre che questa classifica fosse articolata in modo significativo, ma consentisse di ottenere aree cartografabili alla scala 1:100.000.

Nel formulare la classifica definitiva è stato tenuto in particolare conto quanto esposto nel

manuale di Ferrari e Sanesi (1965, pag. 21-28).

Le classi di erosione adottate sono le seguenti:

— *suoli con erosione normale*: suoli coltivati pianeggianti, in cui i fenomeni di erosione sono limitati, per ragioni morfologiche e di sistemazione del terreno, al normale ricambio del suolo;

— *suoli con erosione debole*: suoli naturali, anche in pendio, in cui si presenta una limitata e localizzata erosione idrica diffusa nella parte più superficiale dell'orizzonte umifero A; suoli coltivati, generalmente pianeggianti, in cui le lavorazioni riguardano l'orizzonte A residuo ed eventualmente gli orizzonti differenziati sottostanti;

— *suoli con erosione moderata*: suoli naturali in cui l'orizzonte A è profondamente intaccato da fenomeni di erosione idrica diffusa; suoli coltivati in cui le lavorazioni interessano l'orizzonte A residuo e gli orizzonti sottostanti;

— *suoli con erosione forte*: suoli naturali in cui l'erosione idrica diffusa e localmente quella incanalata hanno asportato in modo più o meno completo l'orizzonte A del profilo; suoli coltivati in cui le lavorazioni giungono ad intaccare la roccia madre o i substrati pedogenetici;

— *suoli con erosione fortissima*: affioramenti di rocce nude con una moderata alterazione superficiale di carattere prevalentemente fisico e con lembi di suoli residui tra i solchi scavati da un'erosione idrica incanalata assai attiva e generalizzata;

— *suoli in dissesto (calanchi, smottamenti, frane, ecc.)*: superfici in cui i fenomeni di erosione di massa del suolo, di franosità e di erosione idrica incanalata si presentano tali da impedire le coltivazioni o da ostacolarle o da rendere difficoltoso o impossibile l'utile impiego delle macchine agricole;

⁽⁴⁾ Le tavolette che riguardano nella loro interezza o in parte il territorio della Provincia di Forlì sono 51.

⁽⁵⁾ I fogli che interessano la Provincia di Forlì sono: 99 (Faenza), 100 (Forlì), 101 (Rimini), 107 (Monte Falterona), 108 (Mercato Saraceno) e 109 (Pesaro).

⁽⁶⁾ Nel presente lavoro i capitoli I, II, III, V, VIII, IX sono stati curati da A. Antoniazzi; quelli IV, VI, VII, da V. Proli.

⁽⁷⁾ Va tenuto presente che questo è il primo esame della situazione provinciale in un settore nel quale mancano indagini cartografiche precedenti.

— *suoli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale*: superfici interessate dai letti fluviali e dalle fasce di territorio limitrofe, soggette alle inondazioni, alla erosione e al vagare dei corsi d'acqua;

— *suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione marina*: superfici che costituiscono la fascia di spiaggia litoranea con tratti in erosione e tratti in avanzamento.

Nello stabilire la leggenda della carta della erosione del suolo non è stato sempre possibile individuare zone caratterizzate da una sola classe di erosione. Sono stati così stabiliti termini in cui figurano le due classi di erosione più diffuse nella zona. Ne è risultata la seguente leggenda:

- suoli con erosione normale
- suoli con erosione normale o debole
- suoli con erosione debole o moderata
- suoli con erosione forte o localmente moderata
- suoli con erosione forte

- suoli con erosione fortissima
- suoli in dissesto: calanchi, smottamenti, frane, ecc.
- suoli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale
- suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione marina.

SIGNIFICATO DELL' INDAGINE.

Il rilievo di questa carta ha portato alla definizione areale e alla conoscenza quantitativa della distribuzione delle varie classi di erosione nel territorio della Provincia di Forlì. Ha consentito di mettere in luce in modo preciso le reali condizioni di erosione del suolo, dando basi concrete ad ogni futuro programma che intenda porsi il risanamento e la bonifica del territorio, e che si proponga di giungere ad una futura utilizzazione del suolo, che ne impedisca l'ulteriore degradazione, che lo difenda e lo conservi dove si è mantenuto, e che favorisca la ricostituzione dove possibile.

II. MORFOLOGIA ED EROSIONE

GENERALITÀ.

La morfologia attuale di un territorio è la risultante momentanea di un complesso equilibrio, in costante divenire, tra le forze costruttrici e le forze distruttrici del rilievo. Le prime tendono ad innalzare le montagne e i territori; le seconde tendono a distruggere il rilievo e a riportare la superficie al livello del mare. Le forze costruttrici hanno originato le rocce, le hanno piegate e le hanno spinte verso l'alto. Le forze distruttrici portano alla decomposizione delle rocce e trasportano verso il mare i materiali così ottenuti.

L'andamento morfologico della superficie evolve, attraverso il tempo, da forme giovanili e aspre a forme senescenti e dolci. Si articola inoltre in forme convesse, concave e pianeggianti, distribuite secondo sistemi abbastanza semplici, almeno nei tratti fondamentali, conseguenti al moto delle acque correnti. L'aspetto diverso e variato di un territorio è conseguenza dell'agente dell'erosione dominante: acqua o vento; della diversa erodibilità delle varie rocce e della loro disposizione stratigrafica e tettonica; delle successive riprese di erosione, che hanno interessato la zona.

Dove il mantello vegetale è in condizioni naturali l'erosione del suolo è, in generale, limitata al normale ricambio tra il suolo progressivamente usurato e i prodotti dell'alterazione di nuova roccia. Vi sarà naturalmente l'in-

cisione valliva, la frana e la superficie rocciosa nuda; ma questi fenomeni resteranno circoscritti, mentre al di sotto del manto vegetale, e tramite un suolo in costante rinnovamento, le apparenze immutabili della morfologia subiranno la loro lenta e quasi inavvertibile evoluzione. In ogni caso l'erosione in atto sarà tanto più contenuta dalla vegetazione, quanto meno giovanile sarà il paesaggio.

Spesso nella morfologia di un territorio si possono riconoscere le tracce di due fatti erosivi: quello antico (erosione normale) che ha finito col conferire al paesaggio il tipico aspetto; quello recente (erosione accelerata) conseguente al disboscamento e alla messa a coltura, frutto del turbamento del vecchio equilibrio in lentissimo divenire.

AFFIORAMENTI LITOLOGICI.

Nella carta litologica di massima riportata nella figura n. 1, sono rese evidenti le caratteristiche e le estensioni areali degli affioramenti litologici principali, che interessano il territorio della Provincia di Forlì. Questa carta in scala 1 : 500.000, riportata da Antoniazzi (1964, p. 31), fu realizzata in quanto le carte geologiche ufficiali ed anche autorevoli studi più recenti, prestano maggiore attenzione alla età delle varie formazioni, che alla loro natura litologica. ⁽⁸⁾.

(8) Attualmente è in corso di avanzata realizzazione, nell'ambito dello studio sullo stato attuale del suolo nella Provincia di Forlì, una carta delle rocce madri del suolo in scala 1:100.000.

Nella carta litologica in scala 1:500.000 sono stati distinti i seguenti gruppi di rocce fondamentali:

- Alluvioni,
- Alternanze di arenarie e marne,
- Argille,
- Molasse,
- Calcari,
- Argille scagliose.

L'attribuzione delle varie formazioni a ciascuno di questi gruppi di rocce è stata fatta sulla base dei caratteri prevalenti, trascurando ogni particolarità locale incompatibile con la scala cartografica.

Sono state inoltre completamente trascurate le età delle varie formazioni. E' stata mantenuta invece la distinzione tra rocce autoctone e alloctone, in quanto nelle aree occupate dalle coltri gravitative è particolarmente difficile risolvere la complessità degli affioramenti litologici.

Nella leggenda della carta litologica le formazioni sono state così raggruppate:

- nelle alluvioni: depositi fluviali e terrazze alluvionali; alluvioni antiche; depositi fluviali della pianura; sabbie e ghiaie costiere, rielaborate dalle correnti marine;
- nelle alternanze di arenarie e marne: formazione marnoso-arenacea langhiano-tortoniana, esotici tipo macigno oligocenici, arenaria di M. Falterona langhiana;
- nelle argille: rocce argillose plioceniche e quaternarie, argille a *Melanopsis* del Miocene superiore, marne tortoniane di Verghereto;
- nelle molasse: depositi sabbiosi e molassici pliocenici e quaternari, molasse tortoniano-messiniane, molasse appartenenti alle coltri gravitative;
- nelle argille scagliose: argille caotiche e inclusi eterogenei di varia provenienza ed età;
- nei calcari: calcare del Pliocene medio, cal-

cari messiniani, calcari langhiano-elveziani e calcare alberese delle coltri gravitative.

Nel territorio provinciale si notano tre successive fasce di terreni: quella delle alluvioni nella pianura; quella delle argille e delle molasse nella collina; quella infine delle alternanze di arenarie e di marne nell'alta collina e nella montagna. Fanno eccezione i sottili nastri delle alluvioni e delle terrazze alluvionali che risalgono le valli e le due coltri gravitative: la collinare a sud di Sogliano e la montana a nord di Verghereto.

STORIA GEOLOGICA.

La storia geologica del territorio forlivese, quale risulta dalle rocce in esso affioranti, inizia col Miocene. In questo periodo, secondo il quadro paleogeografico fornito da Signorini (1945), si era già costituita in Toscana una terra emersa, seguita, nell'area attuale dei monti ad ovest del Tevere, del Casentino e del Mugello, da una fascia costiera e quindi da una zona di fossa, in cui si veniva depositando la formazione marnoso-arenacea. L'enorme spessore di questa formazione indica nel bacino di formazione un geosinclinale in fase subsidente.

« Il piegamento della marnoso-arenacea sembra essersi iniziato già alla fine del Tortoniano » (Ruggieri 1958, p. 136). In concomitanza con questo fenomeno maturano in Toscana le condizioni che hanno dato luogo alle frane orogenetiche, alle quali si deve, tra l'altro, la coltre gravitativa a nord di Verghereto. Infatti il sollevamento delle parti più interne dell'Appennino aveva originato « il pendio necessario e sufficiente per realizzarsi della colata. Poi, l'onda orogenica, che già aveva sollevato le parti più interne dell'Appennino, si propaga verso l'esterno, e allora anche la zona di accumulo delle argille scagliose si corruga, implicando nel suo corrugamento anche la coltre alloctona; questo corrugamento si protrae, con ritmo discontinuo, fino alla fine del Messiniano » (Ruggieri 1958, p. 143). Si ebbe così un primo sollevamento e un primo nucleo del territorio provinciale fu esposto all'erosione.

ZONE ALTIMETRICHE

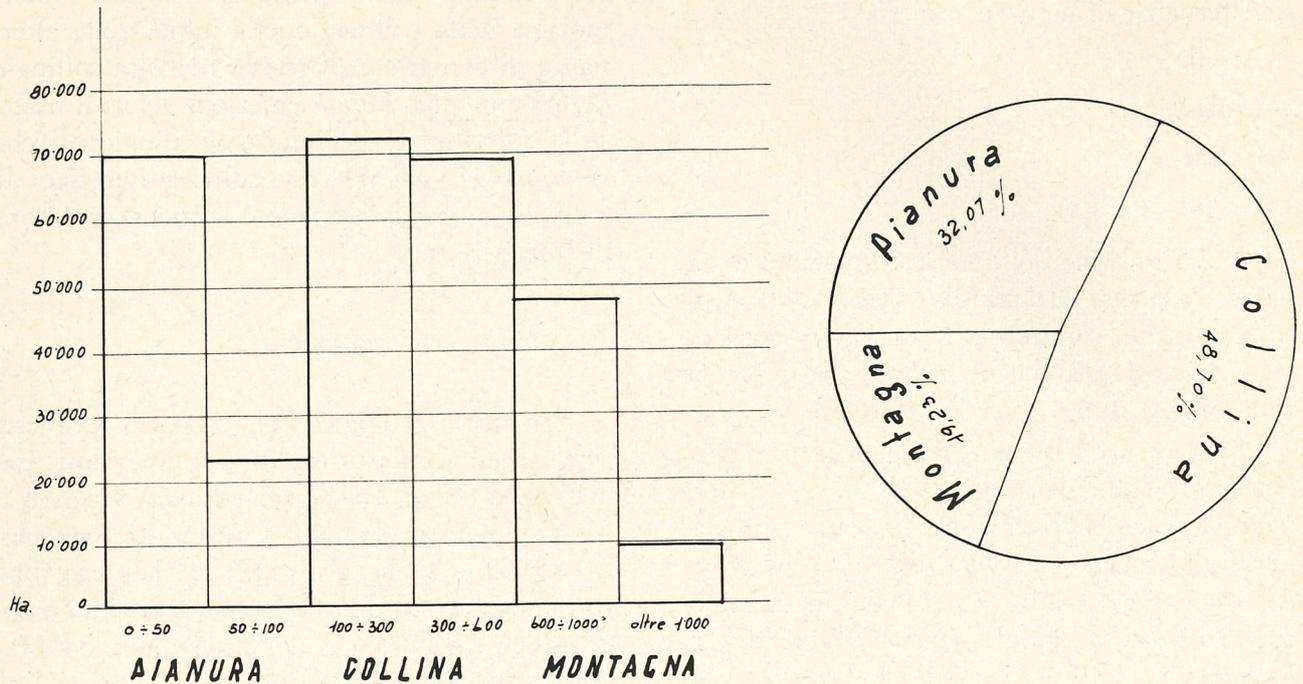


Fig. 3 - Ripartizione del territorio della Provincia di Forlì nelle diverse zone altimetriche.

PENDENZE SUPERFICIALI

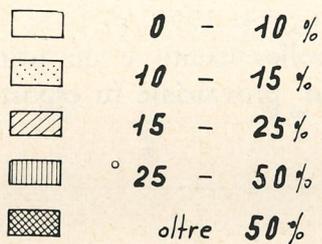
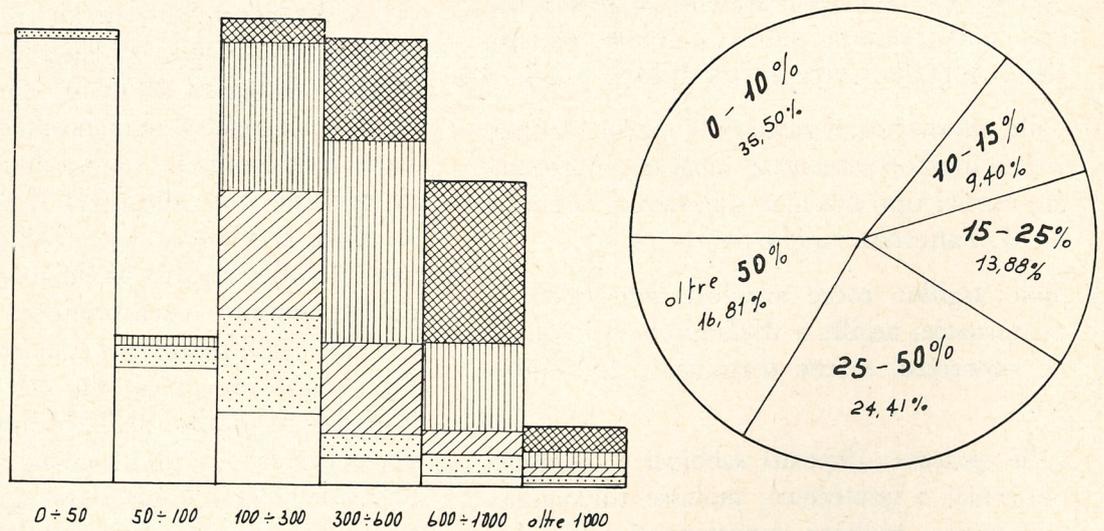


Fig. 4 - Distribuzione delle pendenze superficiali nel territorio della Provincia di Forlì.

Nel Messiniano si formano le rocce affioranti a nord-est della linea Predappio-Cusercoli-Mercato Saraceno. In questo ambiente si ebbe il deposito dei materiali appartenenti alla formazione gessoso solfifera e si formarono le argille a *Melanopsis*, nelle quali grosse intercalazioni conglomeratiche testimoniano l'intensità delle erosioni in atto nell'entroterra.

Nel Pliocene inferiore continua la tranquilla deposizione di sedimenti marini di facies profonda, fino a quando non si ripete un fenomeno simile a quello verificatosi alla fine del Tortoniano: la parte interna dell'Appennino si solleva, provocando un rinnovato movimento delle argille scagliose e degli esotici connessi. Le nuove coltri gravitative si estendono fino alla zona dell'attuale fascia pedecollinare e poi nuovamente seguono le vicissitudini del substrato, che a sua volta si solleva.

« La regressione, iniziata nel Pliocene inferiore, raggiunge il massimo nel Pliocene medio. Il complesso Pliocene superiore-Quaternario è trasgressivo sui terreni precedenti » (Ruggieri 1958, p. 139). Alla base di questa trasgressione si trova il calcare del Pliocene medio di Castrocaro-Meldola-M. Palareto-Bertinoro, seguito da rocce argillose. Sono questi i materiali che costituiscono la più bassa collina forlivese.

La successiva fase di regressione, interrotta da una limitatissima trasgressione nel Quaternario medio, interessa con depositi sabbiosi l'estremo margine appenninico.

Già nel Pliocene medio sembrano esaurirsi i corrugamenti dell'Appennino forlivese e restano in atto soprattutto moti verticali: nel Quaternario poi « dopo il Milazziano la catena (ma specialmente l'area della marnoso-arenacea) sembra animata da un lento e costante movimento di sollevamento, cui si contrappone la subsidenza del sottosuolo padano, fulcro la linea pedemontana; movimento di sollevamento che appare dimostrato dalla regolare gradinata di terrazzi lungo le valli (terrazzi che convergono verso la linea pedemontana) e dalla morfologia giovanile della catena, evidente specialmente in piena marnoso-arenacea » (Ruggieri, 1958, p. 140).

Una prolungata sedimentazione alluvionale nella pianura ha infine conferito al territorio il suo aspetto attuale. Anche le ultime tracce delle paludi costiere, ancora rilevanti in età romana, sono sparite con le bonifiche compiute alla fine del 19° secolo.

TIPICI MORFOLOGICI.

I tipi morfologici dominanti nella Provincia di Forlì sono quelli:

- della formazione marnoso-arenacea;
- delle formazioni marnose o argillose;
- delle formazioni molassiche;
- delle coltri gravitative;
- delle alluvioni terrazzate;
- delle alluvioni di pianura.

Vediamo ora i caratteri salienti di ciascun tipo morfologico, tenendo conto delle caratteristiche delle varie formazioni litologiche affioranti e delle loro peculiari caratteristiche nei confronti dell'erosione.

Tipo della formazione marnoso-arenacea - La formazione marnoso-arenacea affiora nella parte montana e collinare della Provincia e domina fino all'allineamento Mercato Saraceno-Dovadola. E' rappresentata da una potente serie stratigrafica formata dalla ritmica ripetizione di una coppia arenaceo-marnosa. Dove la formazione è tipica le marne predominano nettamente rispetto al corrispondente strato arenaceo. La tettonica di questa formazione è stata interpretata da Signorini (1940) come una struttura embriciata incipiente « caratterizzata da ampie zone a strati regolari e tranquilli, ora con pendenza media a SO, ora suborizzontali, e di ristrette zone di brusca dislocazione sempre a pieghe ribaltate verso NE. »

L'andamento generalmente suborizzontale degli strati fa sì che la morfologia sia caratterizzata da forme di tipo piramidale, determinate da una successione di gradini, in cui gli strati arenacei, più resistenti sporgono rispetto lo strato marnoso sottostante, arretrato dalla erosione. L'evoluzione del pendio procede me-

dianche tanti piccoli crolli, indotti nell'arenaria dall'eccessivo svuotamento prodottosi negli strati marnosi sottostanti.

Una moltitudine di torrentelli tortuosi rende il rilievo ancor più accidentato sia sviluppando una forte erosione in profondità, sia provocando lo scalzamento di interi pacchi di strati, che franano lasciando ripide superfici di distacco.

Dove l'andamento degli strati è a frangipoggio frequentemente il rilievo si raccorda dolcemente al fondovalle. Questo andamento morfologico è conseguenza del formarsi di piani di scorrimento negli interstrati marnosi. Lungo questi piani scivolano le rocce sovrastanti, che asportate dalle acque torrentizie, lasciando dietro di sé superfici a piano inclinato.

Quando nella formazione marnoso-arenacea si riduce notevolmente, o addirittura sparisce, l'interstrato arenaceo, si sviluppa una morfologia, che in casi limite presenta aspetti calancoidei. I sistemi di vallecole modellano i versanti convergendo verso l'alto, mentre gli speroni tra le incisioni sono in generale ammorbiditi, arrotondati e poco erti.

Dove invece gli straterelli arenacei compaiono con qualche frequenza, la struttura calancoide viene interrotta da brevi tratti piani, oltre i quali riprende ammorbidita, conferendo al rilievo un andamento a gradoni. Questo naturalmente dove gli strati sono suborizzontali. Negli altri casi i fenomeni sono simili a quelli descritti in precedenza.

Tipo delle formazioni marnose e argillose - Le formazioni argillose e marnose sulla sinistra del fiume Marecchia affiorano nella media e bassa collina a valle dell'allineamento Mercato Saraceno-Cusercoli e a monte di quello Sogliano-Borello-Bertinoro. Sulla destra del fiume Marecchia queste formazioni si estendono da poco a valle dell'allineamento Mondaino-Gemmano fino a ridosso della pianura. In generale si tratta di affioramenti di rocce del Miocene superiore, del Pliocene e del Calabriano.

La morfologia presenta un andamento dolce, dovuto a moderate pendenze superficiali.

Le colline sono caratterizzate dalla mancanza quasi totale di vegetazione arborea.

L'evoluzione del rilievo si sviluppa sia attraverso una intensa erosione superficiale, che fa permanere il suolo ad uno stato di evoluzione iniziale, sia attraverso una quasi generale tendenza a dare luogo a smottamenti superficiali; sia attraverso lo sviluppo di calanchi.

I calanchi, che si aprono con grande frequenza specie nella collina pliocenica, sono stati definiti da Zangheri (1942, p. 6) come « sistemi di vallecole relativamente ripide e profonde, disposte per lo più a ventaglio o ad anfiteatro (ad incisioni singole separate l'una dall'altra da speroni sottili, più o meno a lama di coltello), che incidono i pendii nettamente argillosi delle colline plioceniche subappenniniche ». Negli affioramenti argillosi del Miocene superiore si hanno in genere forme calancoidee meno tipiche di quelle descritte.

Nella collina argillosa forlivese l'affioramento, quasi a ridosso della pianura, di un potente banco calcareo dà luogo ad un accentuarsi del rilievo, come accade a Castrocaro, alla Rocca delle Camminate, a M. Palareto, a M. Casale, a Bertinoro e a Montemaggio.

Tipo delle formazioni molassiche - Le formazioni molassiche si presentano principalmente in quattro affioramenti, che, in ordine di importanza, sono: quello tra l'allineamento Sogliano-Borello-Bertinoro e la pianura; quello di Mondaino-Gemmano; quello tra Castrocaro, Dovadola e Predappio; quello infine di M. Castelnuovo, presso Meldola. Queste formazioni, costituite in prevalenza da strati e banchi di arenarie poco cementate con intercalazioni marnoso-argillose generalmente modeste, appartengono in generale al Miocene medio e superiore e al Pliocene.

La collina molassica si differenzia da quella argillosa per un rilievo maggiore, in cui si notano incisioni più profonde da parte dei torrentelli e pendici più ripide. Il rilievo mantiene però, in generale, un certo ammorbidimento delle linee, mostrando forme a dorso di cetaceo.

In questa zona l'evoluzione del rilievo, a

Tabella n. 1

DISTRIBUZIONE DELLE PENDENZE SUPERFICIALI NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI FORLÌ

Pendenze superficiali del terreno	Pianura						Collina						Montagna						Totali	
	da 0 ÷ 50 m.		da m. 50 ÷ 100		Totale		da m. 100 ÷ 300		da m. 300 ÷ 600		Totale		da m. 600 ÷ 1000		oltre m. 1000		Totale			
	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%
0% ÷ 10%	70.139	24,10	17.824	6,12	87.963	30,22	11.041	3,80	3.813	1,31	14.854	5,11	487	0,17	—	—	487	0,17	103.304	35,50
10% ÷ 15%	21	0,01	4.074	1,40	4.095	1,41	15.322	5,27	4.440	1,52	19.762	6,79	2.145	0,74	1.343	0,46	3.488	1,20	27.345	9,40
15% ÷ 25%	19	0,01	740	0,25	759	0,26	19.413	6,67	14.561	5,00	33.974	11,67	4.437	1,53	1.226	0,42	5.663	1,95	40.396	13,88
25% ÷ 50%	9	0,00	478	0,17	487	0,17	23.366	8,03	30.541	10,49	53.907	18,52	14.422	4,96	2.216	0,76	16.638	5,72	71.032	24,41
oltre 50%	—	—	24	0,01	24	0,01	3.131	1,07	16.099	5,54	19.230	6,61	25.691	8,82	3.978	1,37	29.669	10,19	48.923	16,81
	70.188	24,12	23.140	7,95	93.328	32,07	72.273	24,84	69.454	23,86	141.727	48,70	47.182	16,22	8.763	3,01	55.945	19,23	291.000	100,—
Pendenze medie	5,01%		7,54%		5,63%		24,16%		39,14%		31,50%		54,80%		48,24%		53,77%		27,49%	

differenza di quanto accade nelle argille, manca del contributo degli smottamenti, sono invece ancora importanti l'erosione superficiale, conseguenza del disboscamento, e l'incisione torentizia. Anche i fenomeni franosi sono in genere limitati e simili a quelli presenti nelle aree interessate dalla formazione marnoso-arenacea.

Tipo delle coltri gravitative - Le coltri gravitative si presentano nella fascia che avanza dalla zona del Monte Fumaiolo verso S. Sofia e nella zona posta tra Sarsina, Sogliano, Verucchio e il confine della Provincia.

In queste coltri gravitative il rilievo si presenta particolarmente vario e accidentato. Dove predominano gli affioramenti delle argille scagliose tendono ad instaurarsi modestissimi pendii. Dove invece dominano i grandi esotici, in generale calcarei, molassici, o costituiti da alternanze di arenarie e marne, si hanno forme varie e caratteristiche.

L'evoluzione del rilievo nelle argille scagliose porta a superfici disseminate di frammenti litologici, in cui il mantello erboso è rotto ed avvallato da tanti piccoli stacchi più o meno arcuati, con cui la pendice si raccorda, mediante una successione di smottamenti, a piccoli torrentelli temporanei. L'approfondirsi delle incisioni instaura rozze forme calancoidi, la cui evoluzione è assai rapida a causa dei continui smottamenti.

Nei vari esotici l'evoluzione del rilievo è condizionata dalla disposizione e dalla natura delle rocce. L'erosione differenziale asporta le argille scagliose ed isola gli esotici, facendo assumere al rilievo un caratteristico andamento a pianori, dai quali si elevano improvvisamente masse tabulari, come quella del monte Fumaiolo; a dorso di cetaceo, come quella del monte Comero; oppure picchi e guglie con pendii ripidi e scoscesi.

Negli esotici poggianti sulle argille scagliose lo scalzamento al piede apre la via a franosità marginali, che condizionano nettamente la morfologia, dando luogo, ad esempio, a forme tabulari.

Tipo delle alluvioni terrazzate - Le terrazze alluvionali sono distribuite, nella zona collinare e montana della provincia, a fianco del corso attuale dei fiumi. « I terrazzi altro non sono che i ripiani, posti ad altezze diverse ai lati dei corsi d'acqua attuali, che rappresentano porzioni di altrettanti antichi letti del fiume, il quale, nel corso del tempo ha — a varie riprese — approfondito e ristretto il suo alveo iniziale » (Zangheri 1961, p. 72).

Nel territorio provinciale sono bene evidenti tre ripiani terrazzati.

Dal punto di vista evolutivo questi terrazzi possono venire intaccati da frane marginali, conseguenti allo scalzamento fluviale, possono inoltre esser ricoperti da smottamenti. In generale sono tuttavia ben evidenti, e conservano il caratteristico andamento pianeggiante.

Tipo delle alluvioni di pianura - Nelle alluvioni della pianura, che si estendono dal piede della collina al mare, si possono distinguere: gli antichi conii fluviali, su cui si è impiantata la centuriazione romana; la zona della bonifica recente, prossima alla costa; la fascia litoranea dove i materiali alluvionali sono elaborati e distribuiti dall'azione del mare.

Questa zona si presenta in equilibrio, grazie anche alle opere di arginatura ed incanalamento, che contengono l'esondazione.

MATURITÀ DELLA MORFOLOGIA.

Dal punto di vista morfologico « il versante appenninico della nostra Provincia è da considerarsi ancora in uno stadio di maturità morfologica relativa, più o meno progredita, ciò che praticamente vale anche a spiegare la manifesta instabilità che presenta. La nostra montagna, in molti suoi punti, è ancora lontana da quella stabilità rappresentata dalla maturità avanzata e dalla vecchiaia » (Zangheri 1961, p. 62).

Sul grado di maturità raggiunto dal territorio provinciale possono fornire utili indicazioni:

— la curva ipsometrica;

Tabella n. 2

DISTRIBUZIONE DELLE PENDENZE SUPERFICIALI NELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE AFFIORANTI NEL TERRITORIO PROVINCIALE

Formazioni	Zone altimetriche considerate	Superfici considerate Ha.	Classi di pendenza superficiale					Pendenza media ponderata
			0-10% sul totale	10-15% sul totale	15-25% sul totale	25-50% sul totale	50-100% sul totale	
Marnoso-arenacea	Collina	32.159	—	2%	19%	50%	29%	45%
	Montagna	22.174	—	1%	9%	30%	60%	59%
	Totali	54.333	—	2%	15%	42%	41%	51%
Marnose o argillose	Collina	20.475	—	44%	38%	18%	—	20%
Molassiche	Collina	17.065	—	12%	22%	59%	7%	33%
Coltri gravitative	Collina	12.279	—	22%	45%	27%	6%	22%
	Montagna	19.105	—	22%	25%	35%	18%	34%
	Totali	31.384	—	22%	33%	32%	13%	31%

- l'andamento delle pendenze superficiali nelle varie zone altimetriche;
- la distribuzione delle pendenze superficiali nei vari affioramenti litologici;
- i profili di equilibrio dei fiumi;
- il trasporto solido delle acque fluviali.

La maturità relativa raggiunta dal territorio provinciale è testimoniata dalla curva ipsometrica (figura n. 2), riportata dal lavoro di Antoniazzi e Proli (1965, p. 11).

Il territorio è ripartito, tra il livello marino ed i 1.658 metri del M. Falco, nelle zone altimetriche di pianura (metri 0-100), di collina (metri 100-600) e di montagna (oltre 600 metri) secondo i seguenti valori areali:

- pianura Ha 93.328 32,07%
- collina » 141.727 48,70%
- montagna » 55.945 19,23%

La misura di quanto è relativa la maturità rivelata dall'andamento della curva ipsometrica è data dall'andamento delle pendenze superficiali del suolo. Infatti mentre in pianura

predominano le pendenze tra 0 e 10%, in collina sono prevalenti quelle tra 25 e 50%, in montagna quelle oltre 50%; con i seguenti valori delle pendenze medie ponderate:

- pianura 5,3%
- collina 31,50%
- montagna 53,77%

Il quadro complessivo della distribuzione delle pendenze superficiali nelle varie zone altimetriche e nell'intero territorio provinciale è fornito dalla tabella n. 1, tratta dal lavoro di Antoniazzi e Proli (1965, p. 12).

La distribuzione delle pendenze superficiali nei vari affioramenti litologici è evidente nella tabella n. 2, nella quale è indicata l'incidenza percentuale delle varie classi di pendenza superficiale e la pendenza media ponderata di ciascun tipo litologico dominante nel territorio provinciale. Questi dati sono stati ottenuti mediante il confronto della carta delle pendenze superficiali (Antoniazzi e Proli, 1965) e della carta litologica della Provincia. Di ciascun affioramento è stata scelta un'area significativa, la più grande possibile, e su questa sono stati

impostati i calcoli. Ne è risultato un quadro assai significativo ed interessante.

La formazione marnoso-arenacea ha rivelato una pendenza media ponderata del 51%, che si mitiga al 45% nella zona collinare e si accentua al 59% nella zona montana.

Le rocce marnose e argillose, nell'affioramento collinare considerato, presentano una pendenza media ponderata del 20% e una gamma di pendenze tra il 10 e il 50%.

Le rocce molassiche nei propri affioramenti presentano una pendenza media ponderata del 33% e una gamma di pendenze che si estende, ma in misura moderata, a quelle tra il 50 e il 100%.

Nelle coltri gravitative la pendenza media ponderata è del 31%. Questo valore è intermedio tra quello delle rocce argillose e marnose e quello delle rocce molassiche, ma nettamente inferiore a quello della marnoso-arenacea. Malgrado la molteplicità delle forme del rilievo la pendenza media ponderata risulta piuttosto dolce.

Nelle alluvioni terrazzate e nelle alluvioni di pianura la pendenza media del 5% è una pura convenzione, perchè queste rocce figurano tutte nella zona della carta delle pendenze tra lo 0 e il 10%.

L'esame dell'andamento delle pendenze superficiali in rapporto alle varie rocce, tenendo conto anche della loro distribuzione altimetrica, rivela una correlazione tra pendenza super-

ficiale ed erodibilità delle rocce nei vari tipi morfologici considerati e pone in evidenza la esistenza di un notevole territorio montano e alto collinare con pendenze superficiali elevate, e quindi con aspetto abbastanza giovanile, aperto ad una intensa erosione idrica.

L'andamento della curva di fondo degli alvei dei fiumi e dei torrenti che solcano il territorio è un ulteriore indice della maturità morfologica relativa del territorio e della sua erodibilità; infatti si può constatare « che i nostri fiumi, ed in particolare alcuni di essi, stanno ancora lavorando per arrivare ad un profilo di equilibrio definitivo e relativamente stabile » (Zangheri 1961, p. 62).

Riguardo al trasporto solido di materiali da parte delle acque correnti come indice della erosione in atto, si può dire che « la quantità di materiale solido asportato può con sufficiente approssimazione e con prudenza, venire calcolato in almeno 1800-1900 tonnellate annue per chilometro quadrato equivalente a circa 750 metri cubi per chilometro quadrato » (Zangheri 1961, p. 39). Dall'intero territorio collinare e montano della provincia verrebbero così asportati circa 3,7 milioni di tonnellate di materiali all'anno. Questa cifra permette all'Autore citato, che elabora dati ottenuti con le misurazioni a cura del Servizio Idrografico, di valutare in quasi un millimetro il terreno asportato in media dal nostro territorio collinare e montano ogni anno.

III. - EROSIONE ACCELERATA

GENERALITÀ.

La ripresa di erosione, che si rivela con tanta evidenza nelle zone collinari e montane della Provincia e che ha ridotto i nostri monti in condizioni tali che « guardati dalla sommità dell'Appennino appaiono tutti, salvo i più alti, come una distesa di squallido biancore, con rare piccole oasi un po' verdi » (Zangheri 1961, p. 213), è dovuta essenzialmente all'intervento dell'uomo. Il disboscamento, l'eccessivo carico di greggi, le colture intensive hanno sconvolto gli antichi equilibri naturali ed offerto, senza protezione, il suolo all'azione degli agenti erosivi. I risultati di questo processo sono resi evidenti nella loro estensione areale dalla « carta dell'erosione del suolo in Provincia di Forlì ».

Per intendere meglio le caratteristiche e la entità del fenomeno erosivo in atto è bene conoscere quali presumibilmente erano le condizioni del mantello vegetale nel territorio prima dell'intervento dell'uomo e quando questo intervento si è fatto significativamente sentire nelle varie parti del territorio. Le condizioni del mantello vegetale naturale vengono desunte dai vari lavori di Zangheri sul territorio forlivese e in particolare da quello del 1961 (pp. 201-271). Sull'intervento dell'uomo nel territorio provinciale vi sono pochi studi. Le scarse notizie in proposito saranno tratte dal lavoro sulla utilizzazione del suolo di Antoniazzi (1966), in cui sono stati raccolti ed elaborati i dati riguardanti il popolamento agricolo della Provincia.

AMBIENTE NATURALE PRIMA DELL'INTERVENTO DELL'UOMO.

Al Neolitico medio e finale risalgono i primi rudimentali indizi di un'attività agricola nelle nostre zone. L'agricoltura nell'età del bronzo, pur mantenendo un ruolo economico secondario, rispetto all'allevamento, comincia a svilupparsi in modo più netto. Nell'età del ferro le coltivazioni divengono una delle attività economiche principali.

L'ambiente naturale della Provincia agli inizi dell'attività agricola era ancora pressoché intatto. Poco infatti avevano potuto incidere sulla vegetazione della collina e della montagna le cacce e le migrazioni degli sporadici pastori.

Allora, come oggi, nella zona dominavano due climax: dalla pianura alla montagna fino agli 850-900 metri il Querceto caducifoglio submontano; nella montagna più alta il Faggeto. Oggi il Querceto è dominato dalla Roverella (*Quercus pubescens*), ma in passato era caratterizzato, almeno nella pianura, dalla Farnia (*Quercus pedunculata*) e nella zona più costiera la presenza del Leccio (*Quercus ilex*) testimoniava l'estremo protendersi marginale del climax della foresta sempreverde mediterranea. Attualmente l'intero territorio caratterizzato dal Querceto tenderebbe a rivestirsi del bosco di Roverella.

I due climax dominanti non escludono naturalmente l'articolazione complessa del mantello vegetale in ragione della presenza di suoli e di substrati pedogenetici particolari, come

pure di caratteri topografici e ambienti morfologici vari. Così sul litorale, dalla riva verso l'interno, si sviluppavano liberamente i consorzi vegetali, condizionati dalla salinità, del Cachiuto (*Cakile maritima*), dell'Agropireto (*Agropyrum junceum*) e, sulle cinture di dune mobili, dell'Ammofileto (*Ammophila arundinacea*). Nella zona paludosa, che si estendeva nella parte più bassa della pianura, dove le acque erano dolci dominava la Cannella palustre (*Phragmites communis*), dove i suoli erano salati erano diffuse le praterie di Salicornia (*Salicornia europaea*), dove infine la permanenza delle acque salmastre era passeggera ed invernale vegetavano distese di Statice (*Statice limonium*). Nei calanchi « l'argilla molto compatta, nella quale solo delle erbe e qualche arbusto, mai una vegetazione arborea, possono insediarsi, la vegetazione è costituita in primo luogo da una Artemisia particolare (*Artemisia cretacea*), che affonda le sue radici straordinariamente sviluppate, seguendo i crepacci che nell'argilla si producono » (Zangheri 1961, p. 209).

Nei suoi lineamenti generali, all'alba del popolamento agricolo, il mantello vegetale della Provincia era il seguente: nella montagna, specie in quella più alta, dominavano le Faggete dai ricchi sottoboschi erbacei, mentre sulle cime ventilate dei monti si distendevano rigogliosi prati naturali e povere vegetazioni rupestri si abbarbicavano sulle pendici troppo ripide; nella collina il Querceto era dominante sui rilievi marnoso-arenacei e molassici, le piante rupestri erano diffuse sui calcari e sui gessi, una vegetazione erbacea o boschiva dominava sui suoli argillosi fino ai margini degli squallidi calanchi; nella pianura il Querceto si estendeva dalle antiche conoidi fluviali fino alla fascia lagunare e valliva, estesa nella zona costiera tra il Savio e il Rubicone, dove dominava una caratteristica vegetazione, sul litorale infine vegetavano indisturbate le piante erbacee dei suoli a forte salinità.

MASSIMA ESPANSIONE DELLE COLTURE ED EROSIONE.

L'intervento dell'uomo riguarda la totalità

del territorio provinciale. Nel 1950, periodo immediatamente precedente lo spopolamento delle zone collinari e montane e quindi al ridimensionamento delle colture in queste zone, secondo i dati pubblicati da Antoniazzi (1966, p. 25), il 69% del suolo era adibito a seminativo e a colture legnose specializzate; il 9% a pascoli e a prati; il 16% a boschi cedui, boschi misti e boschi d'alto fusto, il 6% rappresentava la superficie improduttiva. I boschi d'alto fusto, conservati specialmente nella zona più alta dell'Appennino, sono lontani dal ricoprire una superficie pari al 2% del territorio provinciale.

Nella Provincia di Forlì, si veda la tabella n. 1, solo il 59% della superficie è inferiore al 25% di pendenza. Anche ammesso che tutto il suolo con pendenza moderata fosse stato adibito a seminativo, il che non è in quanto nei suoli con pendenza moderata figurano le aree urbane e gli alvei fluviali (buona parte cioè della superficie improduttiva), resterebbe sempre il fatto che il 10% del territorio utilizzato a seminativo presentava pendenze superiori al 25%, venendo a ricadere nella classe di pendenze tra il 25 e il 50%; mentre il 24% del territorio a seminativo ricadeva in classi di pendenze superiori al 15%. Il pascolo e i boschi rimanevano confinati in pendenze assai elevate: il 14% del territorio ad essi destinato era in pendici tra il 25 e il 50% e l'11% in pendici superiori al 50%.

Questi dati lasciano intendere chiaramente quale importanza ha avuto l'intervento antropico nell'erosione accelerata del territorio. Le elevate pendenze coltivate; i pascoli, in tempi di elevato sfruttamento colturale, confinati nelle zone più aspre; i cedui degradati in conseguenza di tagli continui e indiscriminati, danno un'ulteriore misura della pesantezza dell'intervento dell'uomo, e danno una significativa giustificazione delle condizioni rivelate dalla carta dell'erosione del suolo.

SVILUPPO NEL TEMPO DELL'EROSIONE PROVOCATA DALL'UOMO.

Un interrogativo al quale non è facile rispondere è: quando l'intervento dell'uomo è

stato sufficientemente significativo da sconvolgere la situazione del mantello vegetale spontaneo nella Provincia e da aprire la via alla erosione accelerata in gran parte del territorio collinare e montano?

Nella preistoria e nella stessa età romana non sembra sia stata sostanzialmente toccata la copertura vegetale nella collina e montagna. Fino all'età del bronzo la caccia e la pastorizia dovevano esercitarsi nelle condizioni offerte dalla natura senza sostanzialmente violare, l'ambiente naturale. Durante l'età del bronzo l'agricoltura, con un ruolo economico secondario rispetto alla pastorizia, si è sviluppata specialmente nell'alta pianura, ponendo ovviamente a coltura i terreni pianeggianti. Nell'età del ferro gli stanziamenti umani e quindi le attività agricole occupano le terrazze alluvionali, che accompagnano i fiumi, mentre la pastorizia e la caccia continuavano probabilmente senza portare sostanziali modifiche alle condizioni naturali della collina e della montagna. Successivamente alla immigrazione dei Galli la pianura doveva già presentare un certo grado di colonizzazione, vi si insediano villaggi, vi si operano disboscamenti e vi si stabilisce il primo germe di quella che in età romana sarà la via Emilia. Nell'età romana il vero interesse fu per le zone di pianura, che furono centurate e disboscate. Con ogni verosimiglianza la coltivazione del suolo, anche nel periodo imperiale, non andò molto oltre le pendici più dolci della bassa collina e i suoli meno in pendio che affiancavano le valli e le alluvioni terrazzate. Il restante territorio, praticamente inalterato, offriva pascoli spontanei ai greggi, castagne e legname.

Paradossalmente proprio nel Medioevo barbarico, con una popolazione ridotta al minimo, con l'abbandono delle opere agricole romane, e quindi contemporaneamente al reinselvatichimento della pianura, si iniziò il processo che doveva portare all'attuale grado di erosione le zone collinari e montane. Infatti l'insicurezza nelle fertili campagne della pianura e nelle terre lungo le valli, attraverso le quali passavano le strade d'accesso alla Toscana e a Roma, portò le genti a cercare rifugio negli impervi

territori dell'alta collina e montagna. La fuga di fronte alle orde barbariche e alle milizie ugualmente barbare che le fronteggiavano portò al disboscamento e alla messa a coltura di pendici, che in altri tempi sarebbero state prive di interesse. Su questi pendii in breve ebbe libero gioco l'erosione idrica.

E' difficile valutare l'entità di questo fenomeno, che tuttavia deve essere stato abbastanza contenuto, se non altro a causa dell'esiguo numero di abitanti. In tempi ben migliori, dopo la rinascita dell'anno mille, una stima forse larga ma prudentiale della popolazione, sulla base del censimento compiuto nel 1371 dal cardinale Anglic, rivela una densità di 8 abitanti per chilometro quadrato nella montagna e di 16 abitanti per chilometro quadrato nella alta collina (Antoniazzi 1966, p. 19). E in questo periodo già da tempo le popolazioni avevano potuto operare in una situazione più tranquilla; avevano ripreso vigore la vita cittadina e i traffici; l'agricoltura era tornata in gran parte agli ambienti naturali più favorevoli già posti a coltura nell'età romana.

Anche nel Medioevo dunque l'intervento dell'uomo non aveva decisamente inciso nelle condizioni naturali dell'alta collina e montagna. Aveva solo gettato le basi di un processo, sviluppatosi nei secoli successivi.

La popolazione tendeva lentamente e progressivamente ad aumentare, in quanto le pur misere condizioni dell'agricoltura erano tuttavia sufficienti a mantenere in vita un maggior numero di persone. Le produzioni delle zone collinari e montane nella prima metà del diciassettesimo secolo non testimoniano estese coltivazioni e rappresentano il prodotto della attività viticola per la collina.

Nei secoli successivi il rapido incremento della popolazione portò, secondo il censimento del 1861, la popolazione della montagna a quadruplicare rispetto alle condizioni medioevali, e quella dell'alta collina a più che triplicare, contro un raddoppiamento della popolazione totale della Provincia. Questo incremento, se da una parte è giustificato dall'esiguità della popolazione montana di partenza, tuttavia indica una possibilità di espansione della

attività agricola a spese dei pascoli naturali e dei boschi.

Di fatto si sa che durante il periodo medico la foresta appenninica era stata rigorosamente protetta. E appunto alla Toscana apparteneva la montagna forlivese e gran parte del territorio collinare fino ad una linea congiungente Castrocaro a Sarsina. In queste zone, anche in ragione della grande miseria riscontrata tra la popolazione, una legge nel 1780 concesse di tagliare ogni tipo di piante. Era caduto così il vincolo che aveva salvaguardato la vegetazione montana, dopo i primi disboscamenti medioevali. Rapidamente fu profondamente intaccato il patrimonio forestale ed iniziò l'erosione accelerata del suolo. Furono poste a coltura o a pascolo pendici sempre più ripide, che rapidamente l'erosione trasformò in nudi affioramenti rocciosi.

Alla metà del diciannovesimo secolo Del Noce (1851) parla della desolazione e dello squallore delle nostre valli, riferendosi ai monti di Modigliana, di Portico, di Galeata, di S. Sofia e di Bagno. Il disboscamento non si è arrestato e nel 1880 Scarabelli concluse la sua monografia geologica sul forlivese con questo invito: « Se la crescente civiltà odierna accompagnata, diciamo pure, da una crescente imprevidenza distruggeva i boschi quasi completamente, studiamoci ora di riprodurli con sollecitudine, e ridoniamo così ai nostri paesi quell'equilibrio negli esseri voluto dalla natura nelle sue opere. Non permettiamo più oltre che l'intelligenza umana fuorviata, procuri e affretti quei mali, dai quali ci scamperebbe la sola natura a se medesima abbandonata ».

Malgrado questi inviti il patrimonio forestale continuò ad essere intaccato senza posa. L'opera dei carbonai continuava ad essere determinante e accanto ad essa la necessità di campi e di pascoli da parte di una popolazione ancora in aumento.

Dal 1861 al 1936 la popolazione della montagna era aumentata, prendendo sempre come base il censimento medievale, da 4 a quasi sette volte, e la popolazione dell'alta

collina da 3 a più di 5 volte. Questo incremento, superiore a quello della pianura, spiega la fame di terra nella collina e nella montagna. In molte zone dell'Appennino, dall'alta valle del Savio al modiglianese, i vecchi, indicando superfici nude e ad erosione fortissima, ricordano di aver partecipato al disboscamento e in qualche caso indicano il tipo e le dimensioni delle piante tagliate.

Malgrado tentativi di arginare il disboscamento e addirittura di invertire la tendenza, favorendo la ricostituzione di boschi, mediante l'intervento pubblico e l'incoraggiamento dell'iniziativa privata, il mantello vegetale della Provincia ha continuato ad essere depauperato: durante la seconda guerra mondiale, come lo era stato durante la prima, a causa del cadere dei controlli e della pressione delle necessità immediate; nel periodo della « battaglia del grano », quando l'acquisizione di nuove terre al seminativo, a spese di magri pascoli e dei cedui, pareva quasi l'unico mezzo per coprire il fabbisogno nazionale di grano.

Nel dopoguerra, prima dell'esodo delle popolazioni dalle zone collinari e montane, è continuata la degradazione del ceduo e, successivamente all'abbandono delle terre, è avvenuta una serie di tagli di tutto il legname disponibile per un realizzo immediato del capitale. Ancora oggi si ha l'impressione che si tagli troppo, anche in zone ove sarebbe facile evitarlo, con risultati economici modesti e in ogni caso enormemente sproporzionati al danno che ne subisce il territorio.

Concludendo questa esposizione, per necessità di cose sommaria, delle condizioni storiche che hanno aperto il nostro territorio alla erosione accelerata e del periodo nel quale questo processo si è sviluppato, si può dire che in poco più di due secoli il depauperamento del mantello vegetale ha portato il territorio alle attuali condizioni. Un processo che trovava le sue lontane origini, nelle zone di bassa collina e a ridosso delle valli, in età romana; nelle zone di alta collina e montagna in età medievale; ma che si è sostanzialmente sviluppato e

progressivamente ampliato dalla fine del diciottesimo, durante il diciannovesimo secolo e nella prima metà del ventesimo secolo.

La rapidità del fenomeno erosivo non deve stupire, infatti in favore di essa stanno non solo le notizie storiche, ma anche l'andamento delle

pendici nel territorio provinciale, la facile erodibilità delle rocce, le caratteristiche piovose della zona e le osservazioni sulla rapidità con cui si sono distrutti, in seguito a disboscamenti recenti, i suoli ed è iniziata l'erosione della stessa roccia madre.

IV - DEGRADAZIONE METEORICA E DEFLAZIONE

GENERALITA'

L'azione del calore, degli agenti atmosferici e del vento, come quella complessiva dei vari processi erosivi in atto nella Provincia di Forlì, può essere solo indicata, perchè manca tutto il complesso di dati sperimentali che consentirebbe valutazioni quantitative attendibili. Bisogna quindi accontentarsi di raccogliere tutti gli elementi disponibili sui fattori che condizionano questi fenomeni, e di precisarne l'intensità in base ad osservazioni sul presumibile effetto.

Vediamo ora l'intensità con cui operano gli agenti della degradazione meteorica e della deflazione, cercando poi di indicare l'importanza di ciascuno di questi fattori nel processo erosivo in atto.

CALORE SOLARE E AGENTI ATMOSFERICI

La radiazione globale incidente sulla superficie della Provincia oscilla da un minimo di 410 ad un massimo di 12.404 piccole calorie per centimetro quadrato di superficie, si veda in proposito la tabella n. 3.

Le ore effettive di sole di cui gode il territorio sono 2.191 all'anno a Rimini e 1.705 a Forlì, contro un'insolazione teorica annua di 4.462 ore.

Il rapporto tra l'insolazione effettiva e quella teorica annuale è di 0,49 a Rimini e di 0,38 a Forlì. Le variazioni mensili di questo

rapporto sono notevoli: da 0,08 a 0,54 a Forlì, e da 0,26 a 0,70 a Rimini.

I dati esposti hanno solo un valore indicativo, in quanto, come indicato nella tabella, riguardano pochissimi anni di osservazione.

La nebulosità media annua della Provincia, tabella n. 4, è di 4,5 decimi di cielo coperto a Rimini, di 5,0 a Cesena e di 5,2 a Forlì.

La nebulosità media stagionale varia da un minimo di 2,8 in estate a Rimini ad un massimo di 6,5 in inverno ancora a Rimini.

L'andamento delle temperature nella Provincia di Forlì è sintetizzato nella tabella n. 5, in cui sono riportate: la media annuale delle temperature; la temperatura media dell'anno più caldo e di quello più freddo; l'escursione annua; le temperature estreme massima e minima riscontrate e il loro scarto; le temperature estreme del mese di luglio e di gennaio e i rispettivi scarti.

L'andamento delle isoterme di gennaio e di luglio è indicato rispettivamente nelle figure numero 6 e 7.

Le temperature medie annuali sono di 13,5°C in pianura, di 13,1°C in collina e di 10,0°C in montagna.

Le temperature medie dell'annata più calda e più fredda si scostano, in generale, in un intorno di 2° in più o in meno rispetto alla media annua.

L'escursione annua media è di 20,8° in pianura, di 20,7° in collina e di 18,9° in montagna.

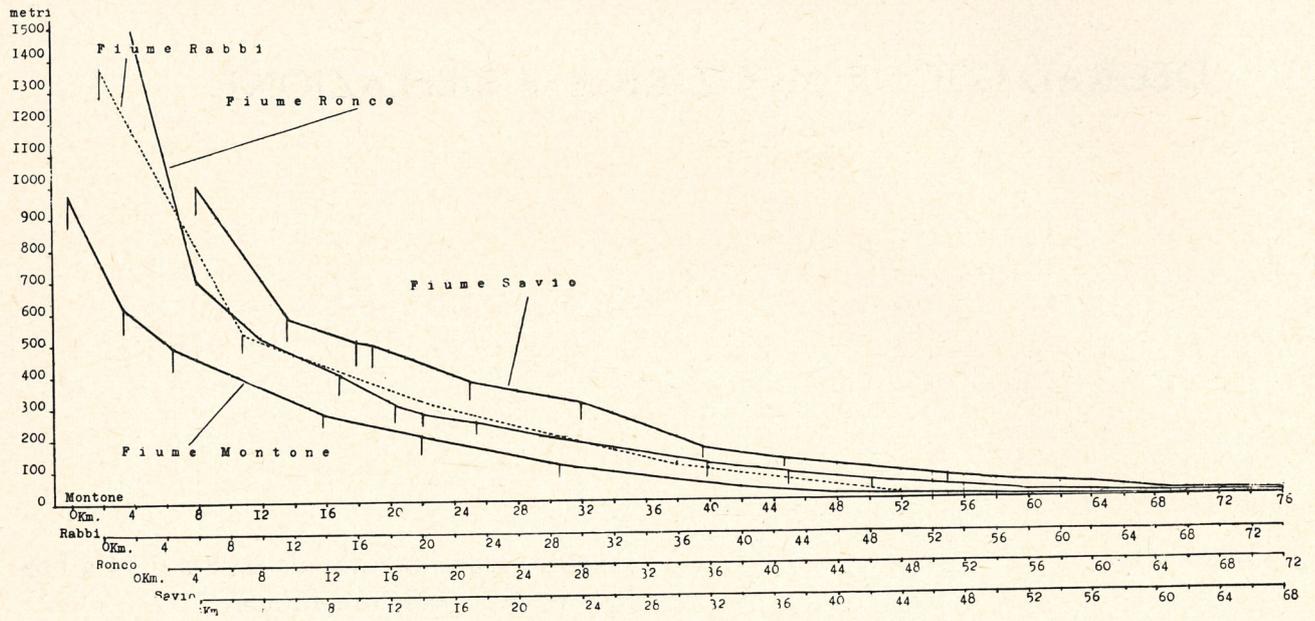


Fig. 5 - Curva di fondo dei principali fiumi della Provincia di Forlì

(Da P. Zangheri, 1961)

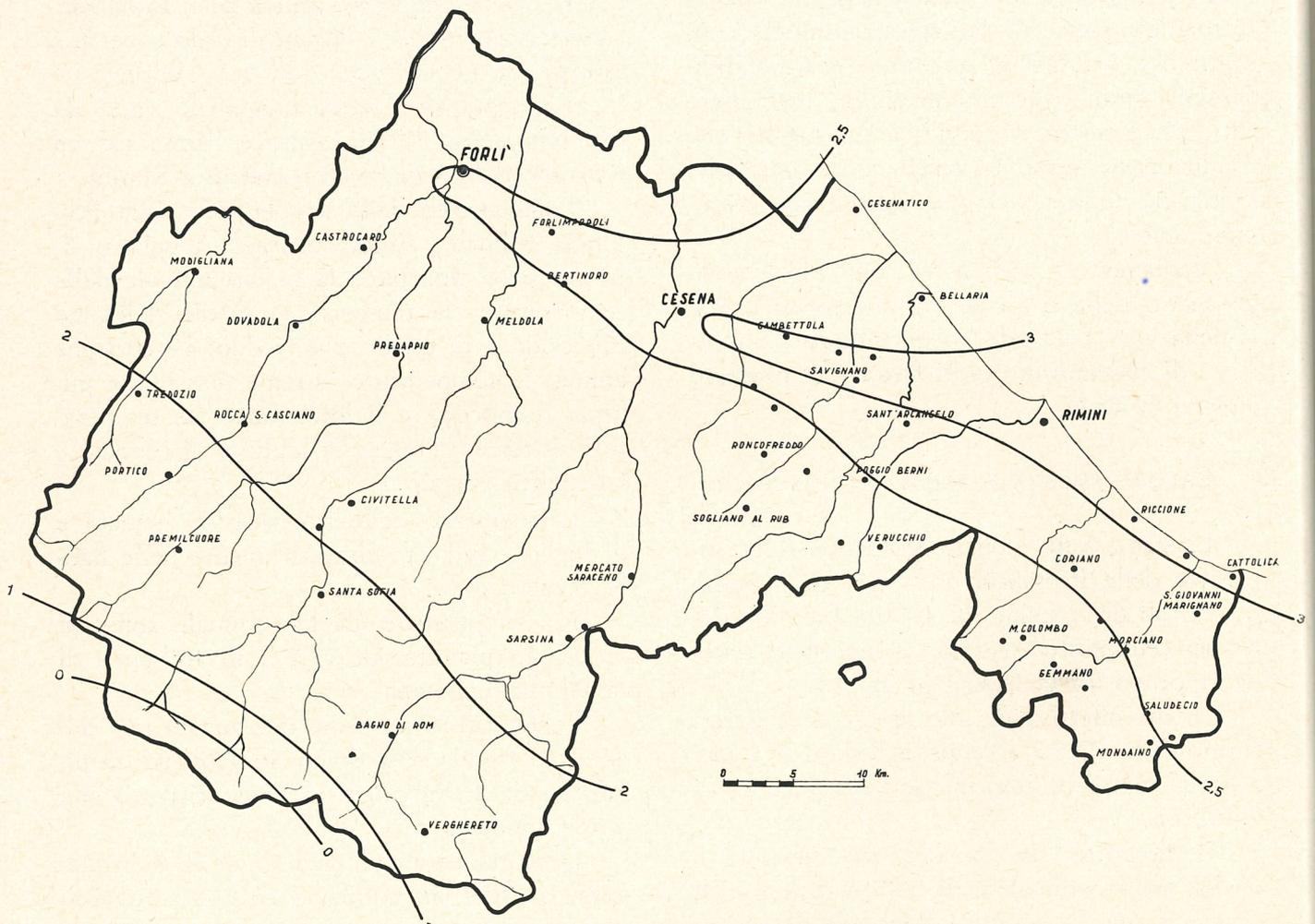


Fig. 6 - Isotherme di gennaio nella Provincia di Forlì.

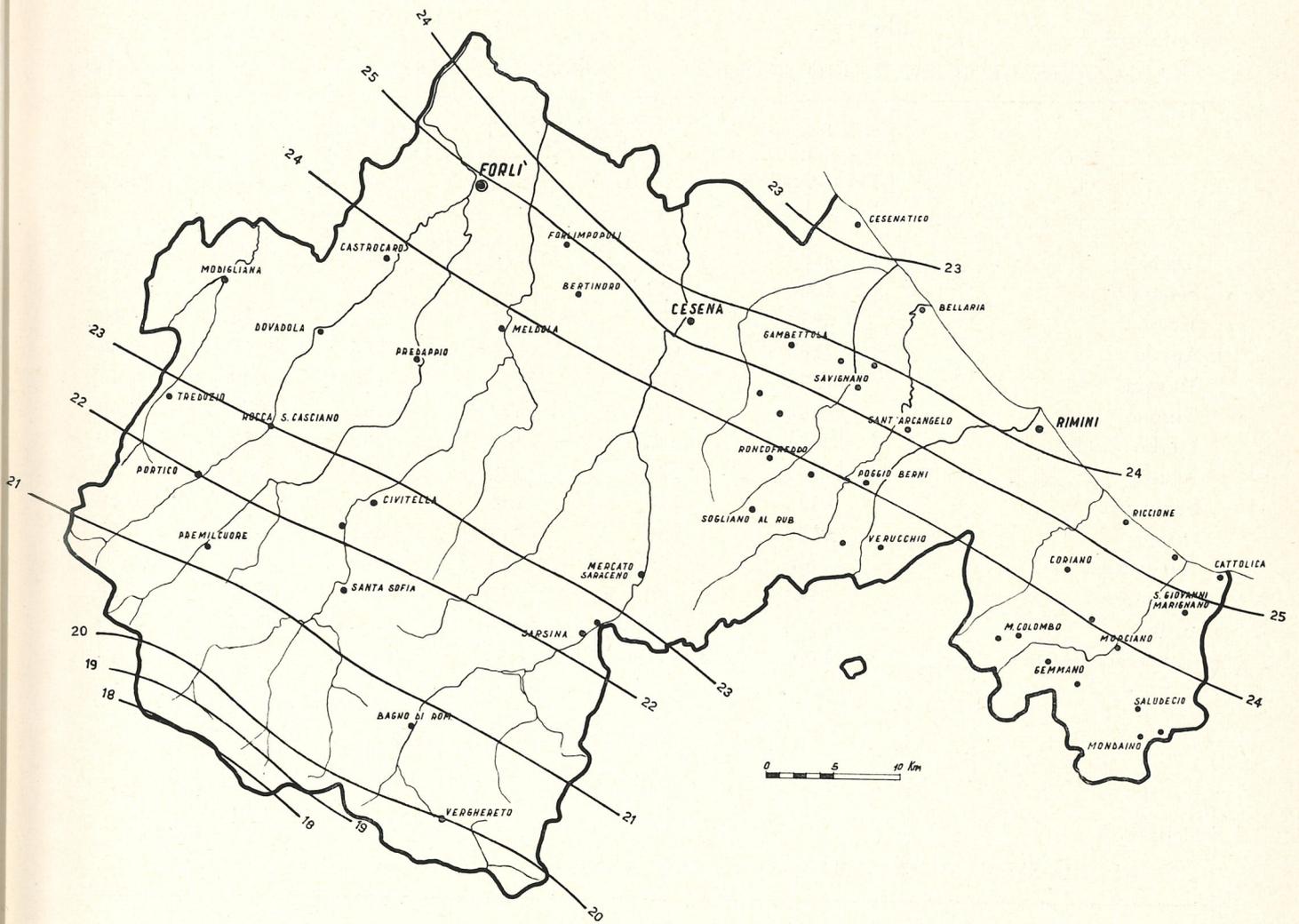


Fig. 7 - Isotherme di luglio nella Provincia di Forlì.

Le temperature estreme massime sono in pianura $39,0^{\circ}$; in collina $39,7^{\circ}$; in montagna $36,5^{\circ}$. Le temperature estreme minime sono in pianura $-21,5^{\circ}$; in collina $-17,3^{\circ}$; in montagna $-17,0^{\circ}$.

Le temperature medie mensili stanno tra $2,5^{\circ}$ e $25,1^{\circ}$ in pianura; tra $2,4^{\circ}$ e $25,8^{\circ}$ in collina; tra $0,0^{\circ}$ a $21,0^{\circ}$ in montagna.

Le maggiori escursioni del mese più caldo sono di $13,7^{\circ}$ in pianura, di $12,8^{\circ}$ in collina; di $10,7^{\circ}$ in montagna. Le maggiori escursioni del mese più freddo sono di $7,4^{\circ}$ in pianura; di $8,2^{\circ}$ in collina; di $6,0^{\circ}$ in montagna.

I maggiori scarti fra le temperature estreme di luglio sono $30,1^{\circ}$ in pianura; $32,2^{\circ}$ in

collina; $29,5^{\circ}$ in montagna. I maggiori scarti tra le temperature estreme di gennaio sono $31,6^{\circ}$ in pianura; $32,9^{\circ}$ in collina; $32,9^{\circ}$ in montagna.

I giorni dell'anno in cui la temperatura scende sotto lo zero centigrado, sulla base della tabella n. 6 ove sono riportati i giorni di gelo e senza disgelo nelle varie stagioni, sono in media $37,8$ in pianura, $49,5$ in collina, $64,9$ in montagna. Di questi giorni si sono sempre mantenuti sotto lo zero (giorni senza disgelo) in pianura il $10,1\%$ del totale, in collina il $13,6\%$, in montagna il $17,8\%$.

I mesi in cui la temperatura scende al di sotto dello zero centigrado per un numero ab-

Tabella n. 3

RADIAZIONE GLOBALE E ORE DI SOLE

(periodo 1951-1956)

Da Zangheri 1961

M e s i	Radiazione globale a Forlì c/gr/cm ²	Insolazione effettiva in ore I _e		Insolazione teorica I _t in ore	I _e /I _c	
		a Forlì	a Rimini		a Forlì	a Rimini
Gennaio	1500	23	74	289	0,08	0,26
Febbraio	4446	82	93	300	0,27	0,31
Marzo	5814	109	147	369	0,28	0,40
Aprile	7809	184	195	403	0,45	0,48
Maggio	11575	218	234	456	0,48	0,50
Giugno	9660	182	279	462	0,40	0,60
Luglio	12404	242	320	468	0,52	0,70
Agosto	11107	234	299	434	0,54	0,69
Settembre	8395	186	224	375	0,50	0,60
Ottobre	6500	160	148	341	0,43	0,47
Novembre	900	53	99	290	0,18	0,34
Dicembre	410	32	79	275	0,12	0,28
Anno	80520	1705	2.191	4.462	0,38	0,49
Annata considerata	1956	1955-56	1951-56	—	—	—

Tabella n. 4

NEBULOSITA' MEDIA STAGIONALE ED ANNUA IN DECIMI DI CIELO COPERTO

Stazioni	Altitudine in m. s. l. m.	Anni di osservaz.	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	Annuale
Rimini	7	6	3,9	2,8	4,9	6,5	4,5
Forlì	34	45	5,2	3,3	5,7	6,4	5,2
Cesena	44	28	5,0	3,5	5,5	6,1	5,0

bastanza rilevante di giorni sono ordinatamente gennaio, febbraio e dicembre.

Nella figura n. 8 è resa graficamente l'incidenza dei giorni di gelo, dei giorni senza disgelo e dei giorni con temperatura superiore allo zero sul totale annuo in alcune stazioni di Provincia.

L'umidità relativa media annua è di 69,5 a Rimini, di 75,5 a Forlì, di 67,0 a Cesena. Nelle varie stagioni, tabella n. 7, il suo valore

è variabile da un minimo di 56,0 ad un massimo di 84,0.

Tra i venti al suolo predominano, si veda la tabella n. 8, a Forlì e a Rimini, quelli di E in primavera, estate e autunno; quelli di NO d'inverno. Le calme annuali raggiungono il 64,4% dei giorni dell'anno a Forlì e il 43,3% a Rimini. Mancano dati sui venti nelle zone collinari e montane.

Nella figura n. 9 si possono osservare le

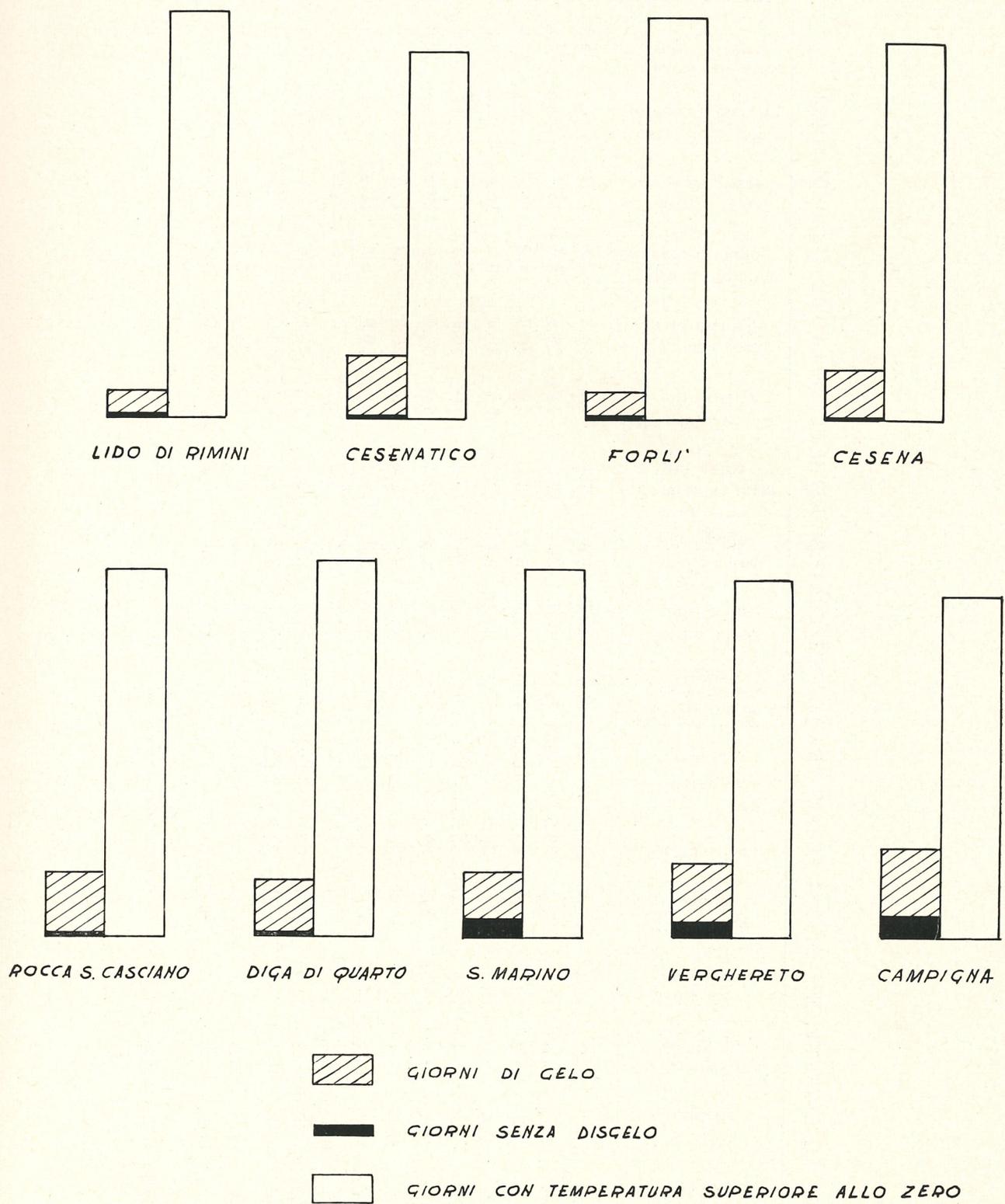


Fig. 8 - Raffronto dei giorni di gelo, dei giorni senza disgelo e dei giorni con temperature superiori allo zero centigrado in nove stazioni della Provincia di Forlì.

Tabella n. 5

TEMPERATURE MEDIE ED ESTREME, ESCURSIONI, SCARTI FRA LE TEMPERATURE ESTREME NELLA PROVINCIA DI FORLÌ

STAZIONI	Altitudine s. l. m.	Anni di osservazione	Media annuale	Media dell'anno più caldo	Media anno più freddo	Escursione annua	Estreme max.	Estreme minime	Scarti fra le temperature estreme	Media mese più caldo	Media mese più freddo	Escursione mese più caldo	Escursione mese più freddo	Estreme max. mese di luglio	Estreme minime mese di gennaio	Estreme max. mese di gennaio	Estreme minime mese di gennaio	Scarti tempera- ture estreme luglio	Scarti tempera- ture estreme gennaio	
Lido di Rimini	2	23	13,7	14,8	12,4	20,2	37,4	—	9,7	47,1	3,4	7,8	4,9	36,8	10,6	17,8	—	9,6	26,2	27,4
Cesenatico	4	30	12,8	14,3	11,6	20,1	38,5	—	13,2	51,7	2,6	12,0	7,3	38,5	8,4	18,4	—	13,2	30,1	31,6
Rimini	7	34	13,7	14,9	12,9	20,6	36,6	—	10,0	46,6	3,2	8,1	4,4	36,0	13,2	16,7	—	8,5	22,8	25,2
Branzolino	16	8	12,8	13,9	12,1	19,9	38,0	—	21,5	59,5	2,9	13,7	7,4	38,0	8,9	16,0	—	13,5	29,1	29,5
Forlì (*)	34	57	14,1	17,9	12,2	22,6	38,3	—	12,0	50,3	2,5	8,9	4,6	38,0	13,6	14,7	—	9,0	24,4	23,7
Cesena	44	35	13,9	14,9	11,7	21,5	39,0	—	12,6	51,6	2,9	12,3	6,5	38,0	10,0	18,2	—	11,5	28,0	29,7
Modigliana	173	3	12,9	13,3	12,7	19,2	35,8	—	11,4	47,2	2,9	12,8	8,2	35,8	10,8	15,7	—	11,4	25,0	27,1
Rocca S. Casciano	210	34	12,9	13,9	11,5	21,1	39,7	—	17,3	50,0	2,4	11,3	7,3	39,0	6,8	17,4	—	15,5	32,2	32,9
Bertinoro	257	10	13,7	—	—	23,3	—	—	—	—	25,8	8,3	2,7	—	—	—	—	—	—	—
Diga di Quarto	325	22	12,8	13,8	11,4	19,3	39,0	—	16,0	54,0	3,0	12,0	7,5	36,8	9,0	18,0	—	12,5	27,8	30,5
S. Marino	652	20	10,9	12,0	9,1	19,7	34,8	—	13,0	47,8	1,4	8,4	4,5	33,3	5,0	14,5	—	11,3	28,3	25,8
Verghereto	812	26	10,4	11,5	8,9	18,7	36,5	—	15,6	52,1	20,0	10,7	6,0	35,0	5,5	16,5	—	13,8	29,5	30,3
Campigna	1068	11	8,8	10,0	7,6	18,2	34,0	—	17,0	51,0	18,2	9,3	5,8	32,2	6,5	15,9	—	17,0	25,7	32,9

(*) I dati delle temperature estreme si riferiscono a 22 anni di osservazioni anziché ad anni 57.

— dati mancanti

Tabella n. 6

GIORNI DI GELO E GIORNI SENZA DISGELO

Stazioni	Altitu- dine sul livello del mare	Anni di osserva- zione	Primavera			Estate			Autunno			Inverno			Annuale		
			Senza disgelo	di gelo	Totale												
Lido di Rimini	2	28	—	1,3	1,3	—	—	—	—	0,1	0,1	3,0	17,7	20,7	3,0	19,1	22,1
Cesenatico	4	28	—	6,4	6,4	—	—	—	—	2,6	2,6	2,2	42,7	44,9	2,2	51,7	53,9
Branzolino	16	7	—	7,2	7,2	—	—	—	—	2,3	2,3	4,4	33,5	37,9	4,4	43,0	47,4
Forlì	34	18	—	1,1	1,1	—	—	—	—	0,2	0,2	3,6	22,6	26,2	3,6	19,8	23,4
Cesena	44	19	—	3,8	3,8	—	—	—	—	1,1	1,1	3,8	33,7	37,5	3,8	38,6	42,4
Modigliana	173	4	—	9,7	9,7	—	—	—	—	1,7	1,7	5,4	37,0	42,4	5,4	39,4	48,4
Rocca S. Casciano	210	26	—	8,4	8,4	—	—	—	—	2,8	2,8	3,8	40,5	44,3	3,8	51,7	55,5
Diga di Quarto	325	19	—	6,7	6,7	—	—	—	—	2,1	2,1	4,8	34,7	39,5	4,8	43,5	48,3
S. Marino	652	17	0,9	9,5	10,4	—	—	—	—	3,3	3,5	13,3	28,8	42,1	14,4	41,6	56,0
Verghereto	812	32	1,2	10,4	11,6	—	—	—	—	4,0	4,2	11,2	35,7	46,9	12,6	50,1	62,7
Campigna	1068	8	2,0	17,4	19,4	—	—	—	—	5,1	5,6	14,2	36,9	51,1	16,7	59,4	76,1

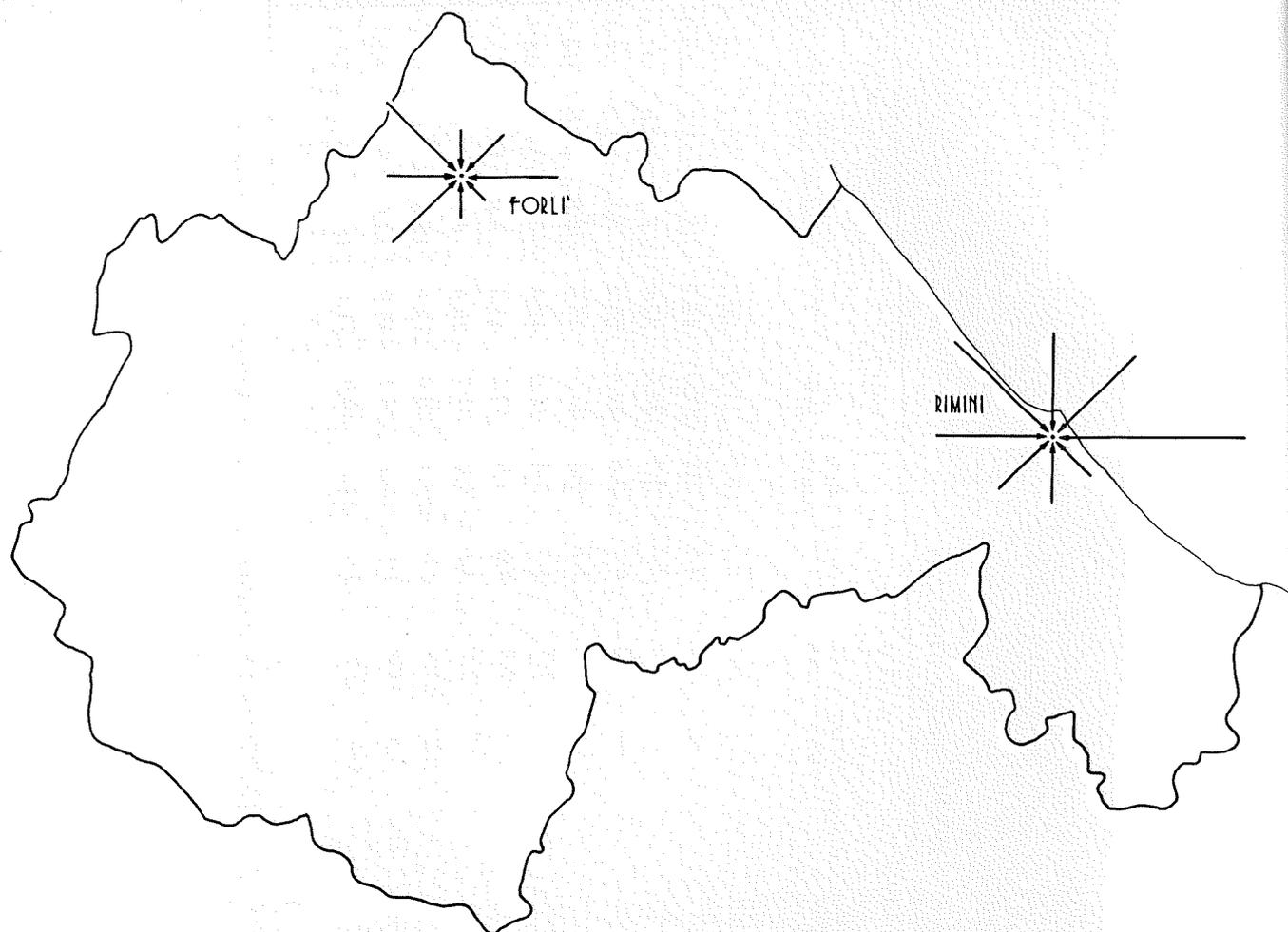


Fig. 9 - Venti dominanti a Forlì e a Rimini. I segmenti che rappresentano le varie direzioni dei venti sono proporzionali alle frequenze.

Tabella n. 7

UMIDITA' RELATIVA, MEDIA STAGIONALE ED ANNUA

(periodo 1880-1960)

Stazioni	Altitudine in m. s.l.m.	Anni di osservaz.	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	Annuale
Rimini	7	23	69,1	60,8	71,4	76,8	69,5
Forlì	34	55	72,9	66,6	78,6	84,0	75,5
Cesena	44	9	65,7	56,0	70,6	76,3	67,0

Tabella n. 8

FREQUENZA IN GIORNI DEL VENTO AL SUOLO (Periodo 1938-1955)

(da Albani)

DIREZIONE	F O R L Ì (1938-1942)						R I M I N I (1946-1955)													
	Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Annuale		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Annuale	
	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%	giorni	%
N	2,7	5,4	4,5	8,0	4,3	11,6	3,1	12,1	10,6	8,1	9,0	14,5	5,7	7,5	8,0	14,3	5,6	11,2	24,5	11,8
NE	9,0	18,1	11,8	21,1	4,7	12,6	3,1	12,1	16,0	12,3	12,1	19,4	18,3	24,3	10,5	18,7	5,3	10,6	29,3	14,1
E	15,6	31,3	15,9	28,4	9,0	24,2	2,4	9,4	23,1	17,8	24,8	39,9	34,7	46,3	14,7	26,2	4,1	8,2	45,1	21,8
SE	4,0	8,0	4,9	8,8	2,7	7,2	0,8	3,1	7,4	5,7	5,2	8,4	5,9	7,9	4,3	7,7	1,4	2,8	11,4	5,4
S	2,5	5,0	1,7	3,0	2,6	7,0	0,1	0,4	8,7	6,7	3,3	5,3	3,8	5,1	3,5	6,3	2,4	4,8	16,6	8,0
SO	7,4	14,9	9,7	17,3	5,6	15,1	1,2	4,7	22,9	17,6	3,5	5,6	3,2	4,3	2,1	3,8	2,6	5,2	17,1	8,3
O	5,5	11,1	5,6	10,0	3,2	8,6	3,4	13,3	17,0	13,1	1,5	2,4	1,2	1,7	5,4	9,6	11,0	22,0	28,3	14,0
NO	3,1	6,2	1,9	3,4	5,1	13,7	11,5	44,9	24,3	18,7	2,8	4,5	2,2	2,9	7,5	13,4	17,6	35,2	34,5	16,6
Totali	49,8	100,—	56,0	100,—	37,2	100,—	25,6	100,—	130,0	100,—	62,2	100,—	75,0	100,—	56,0	100,—	50,0	100,—	206,8	100,—

Tabella n. 9

ANDAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI NELLA PROVINCIA DI FORLÌ

S t a z i o n i	Altezza s. l. m. m.	Anni osservaz. n.	Media annua mm.	Giorni piovosi n.	Anno più piovoso mm.	Anno meno piovoso mm.	M e d i e				Mese più piovoso mm.	Mese meno piovoso mm.		
							Primav. mm.	Estate mm.	Autunno mm.	Inverno mm.				
													Primav. mm.	Estate mm.
Lido di Rimini	2	25	682	80	989	499	140	134	240	168	85	ottobre	43	agosto
Cesenatico	4	36	723	78	1.064	493	167	127	248	181	85	»	36	»
S. Mauro Pascoli	21	37	853	87	1.109	594	197	147	287	222	102	»	41	luglio
Forlì	34	38	745	75	1.129	508	189	129	237	190	82	»	37	»
Cesena	44	35	798	88	1.031	525	197	137	261	203	96	»	40	agosto
Meldola	57	40	848	85	1.240	494	211	145	271	221	95	novembre	40	luglio
Castrocaro	68	39	903	94	1.261	626	238	152	286	227	102	ottobre	41	»
Morciano	83	23	870	84	1.187	552	202	148	297	223	104	»	38	»
Coriano	102	33	798	74	1.188	548	183	136	272	207	95	settembre	40	»
Predappio	140	38	972	88	2.052	683	262	159	293	258	105	novembre	42	»
Modigliana	173	35	918	92	1.543	430	248	138	291	241	109	ottobre	35	»
Rocca S. Casciano	210	40	971	98	1.483	526	251	154	311	255	103	novembre	44	»
Civitella	219	39	972	97	1.384	632	250	157	305	260	110	ottobre	41	»
Sarsina	243	35	1.077	93	1.517	645	271	181	328	297	117	»	49	»
Bertinoro	257	35	779	79	1.102	452	200	126	249	204	97	»	32	»
S. Sofia	257	33	1.100	95	1.675	753	285	151	347	317	127	novembre	41	»
Montecolombo	315	36	965	84	1.429	651	231	164	308	262	110	dicembre	46	»
Diga di Quarto	325	29	894	102	1.235	622	227	148	277	242	107	ottobre	40	»
Verucchio	332	39	933	74	1.255	426	222	160	308	243	104	»	41	agosto
Tredozio	334	38	1.053	101	1.520	639	272	149	341	291	121	novembre	43	»
Saludecio	348	30	850	87	1.127	577	197	135	293	225	98	ottobre	41	»
Sogliano	379	39	846	81	1.297	562	209	153	271	213	96	»	40	luglio
Monte Iottone	442	30	917	86	1.388	566	229	164	278	246	96	»	44	»
Premilcuore	459	35	1.234	114	2.075	766	323	173	385	353	141	»	48	»
Bagno di Romagna	495	37	1.391	115	2.276	888	360	192	418	421	160	»	48	»
S. Benedetto	503	37	1.566	113	2.433	771	421	184	470	491	188	dicembre	45	»
S. Marino	652	32	930	91	1.482	558	234	163	312	221	109	ottobre	48	agosto
Verghereto	812	38	1.323	109	2.208	669	337	180	408	398	158	»	50	luglio
Campigna	1.068	33	1.912	118	2.910	1.147	474	220	597	621	234	novembre	59	»

PROVINCIA DI FORLÌ
 CARTA DELLE ESPOSIZIONI DOMINANTI

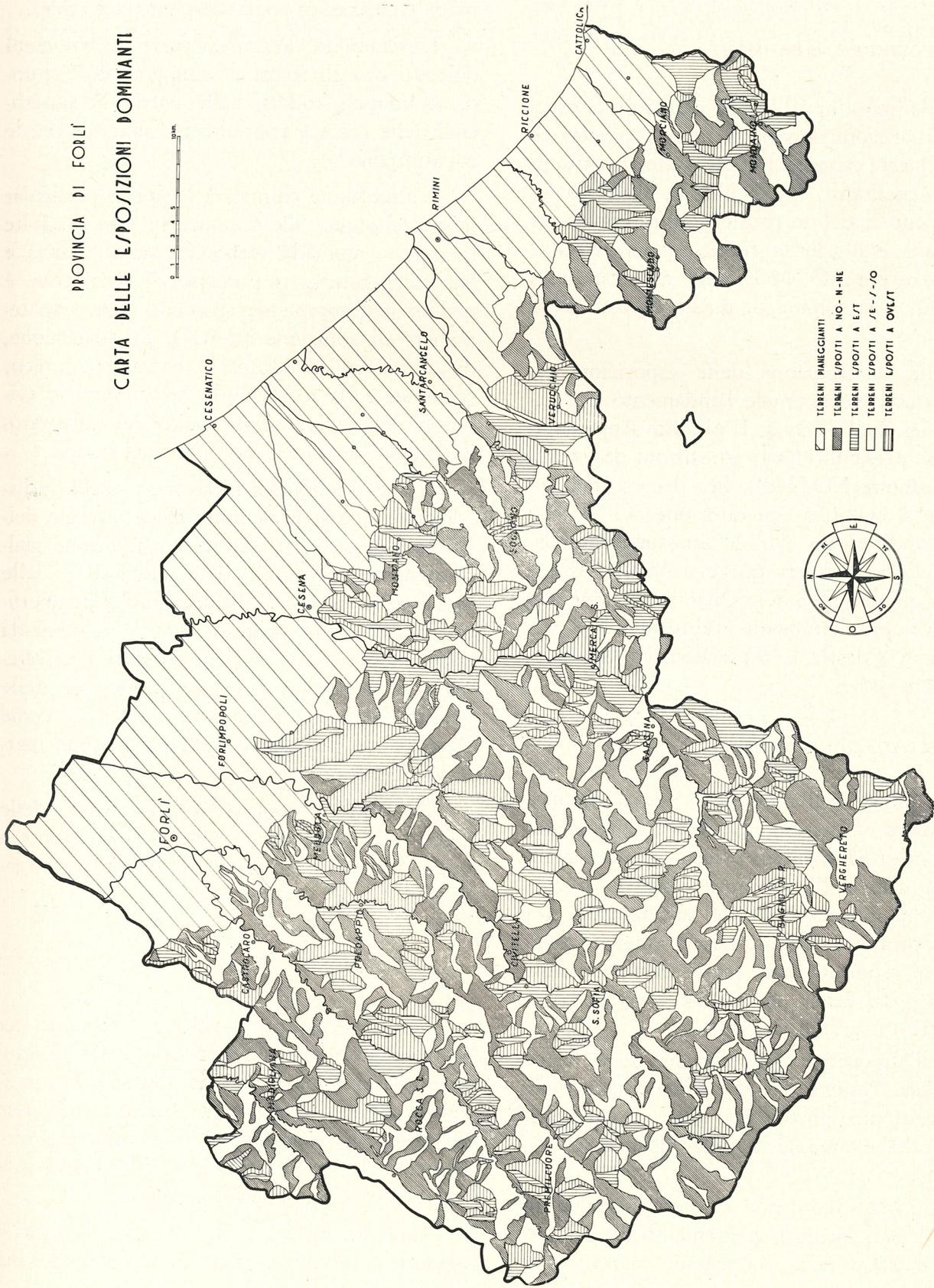


Fig. 10

direzioni e le frequenze dei venti a Forlì e a Rimini.

ESPOSIZIONI DOMINANTI

Nella figura n. 10 si può osservare la carta delle esposizioni dominanti nella Provincia di Forlì. Queste esposizioni sono state ripartite in quattro quadranti: NO-N-NE, E, SE-S-SO, O. Nelle pendici del territorio si può constatare quasi una equivalenza tra le estensioni delle aree esposte a NO-N-NE, delle aree esposte a SE-S-SO, e la somma di quelle esposte ad E e ad O.

Nella distribuzione delle esposizioni ha importanza fondamentale l'andamento del crinale e dei corsi d'acqua. Il più alto Appennino forlivese presenta infatti esposizioni prevalenti nel quadrante NO-N-NE. Per il corso dei fiumi, che si sviluppa con direzione SO-NE con tratti in direzione N-S, le esposizioni fondamentali sono a destra quelle a NO-N-NE e a sinistra quelle SE-S-SO. Quando il corso dei fiumi si fa più nettamente in direzione N-S predominano a destra le esposizioni ad O a sinistra quelle ad E.

DEGRADAZIONE METEORICA

Gli effetti dell'alterazione fisica e chimica delle rocce si possono osservare più agevolmente negli affioramenti rocciosi che nei suoli. Sfugge tuttavia l'importanza effettiva di questi fenomeni in quanto negli affioramenti rocciosi i prodotti dell'alterazione vengono rapidamente asportati dalle acque dilavanti, dalla gravità e dal vento, mentre nei suoli divengono parte integrante del profilo.

Nell'alterazione superficiale delle rocce della zona l'azione del gelo e del disgelo sembra avere una importanza assai maggiore di quella dell'escursione diurna delle temperature.

A questo fenomeno si può ascrivere in gran parte il sottile fogliettamento degli interstrati marnosi della formazione marnoso-arenacea,

la disgregazione superficiale delle argille, il minuto sfaticcio prodottosi a spese delle rocce arenacee, lo spezzettamento dei calcari.

L'escursione diurna concorre ai fenomeni descritti con gli sbalzi di temperatura, e quindi di volume, indotti nelle parti più superficiali delle rocce e tra i diversi minerali che le costituiscono.

L'alterazione chimica è legata in particolare modo all'acqua, alle sostanze in essa disciolte (ossigeno, anidride carbonica, acidi umici) e alla temperatura. Il processo di alterazione è quanto mai complesso: procede attraverso fenomeni di soluzione selettiva, di ossidazione, di idratazione, di idrolisi e di scambio ionico; opera sia sulla roccia nuda, sia durante lo sviluppo del suolo; agisce tanto sul substrato, quanto sui minerali incorporati nel suolo.

A questi fenomeni si devono i solchi di dissoluzione che si presentano alla superficie delle rocce gessose; le patine di alterazione giallo-rossastre presentate dalle arenarie e dalle molasse; le nicchie di disfacimento alla superficie di rocce molassiche o calcaree; i noduli di disfacimento che si rivelano in certi strati arenacei e molassici; i profili particolari delle pendici legati all'alterazione selettiva, come l'evoluzione del rilievo nella formazione marnoso-arenacea.

Nei suoli il processo di alterazione delle rocce e dei minerali si connette intimamente a quello di trasformazione della sostanza organica.

DEFLAZIONE

La degradazione provocata dal vento ha scarsa importanza nel territorio della Provincia, dove domina l'erosione idrica. Una sua azione efficace si presenta, specie nelle zone montane più esposte e pianeggianti, quando, asportata la vegetazione, il suolo tende a polverizzarsi in seguito alla siccità.

Interessanti figure di corrosione eolica si possono osservare su pareti rocciose ripide, ma

questi fenomeni non hanno un valore superiore a quello di una curiosità scientifica.

Anche sulla spiaggia, lo sviluppo dei centri costieri e balneari, ha reso stabili le sabbie,

che fino alla fine del secolo scorso erano preda del vento, che vi modellava piccole dune alte da 3 a 5 metri, larghe da 10 a 15 metri, lunghe da 20 a 30 metri (Borghesi 1938, p. 76).

V. - EROSIONE IDRICA

EROSIONE IDRICA

I termini della leggenda della carta dell'erosione del suolo in Provincia di Forlì che riguardano, in generale, l'erosione di superficie sono:

- suoli con erosione normale,
- suoli con erosione normale o debole,
- suoli con erosione debole o moderata,
- suoli con erosione forte o localmente moderata,
- suoli con erosione forte,
- suoli con erosione fortissima.

Questa erosione è essenzialmente di carattere idrico, conseguente cioè all'azione delle acque cadenti, dilavanti e incanalate. Essa dipende: dall'intensità, dall'abbondanza e dalla frequenza delle precipitazioni; dalla permeabilità delle rocce e del suolo; dall'inclinazione e dalla lunghezza dei pendii; dalle caratteristiche della copertura vegetale.

Vediamo ora di prendere in esame, per quanto possibile, la situazione provinciale, esaminando i vari fattori dell'erosione e descrivendo la distribuzione delle varie classi di erosione.

PRECIPITAZIONI COMPLESSIVE

I dati significativi sulle precipitazioni nel-

la Provincia di Forlì sono raccolti nella tabella n. 9, dove si possono osservare: la media annua e il numero di giorni piovosi in ventinove stazioni meteorologiche; le precipitazioni dell'anno più piovoso e di quello meno piovoso; le precipitazioni medie stagionali; le precipitazioni del mese più piovoso e di quelle del mese meno piovoso.

L'altezza media della precipitazione piovosa annua nella Provincia è di circa 990 millimetri. Le precipitazioni nelle varie zone altimetriche variano da 682 a 903 millimetri in pianura; da 798 a 1566 in collina; da 930 a 1912 in montagna.

Delle precipitazioni medie mensili ed annue ripartite nelle varie zone altimetriche è stata data rappresentazione grafica nella figura n. 11.

Nella figura n. 12 è indicata la distribuzione delle precipitazioni medie annue nella Provincia di Forlì.

I giorni piovosi annui medi vanno in pianura da 75 a 94, in collina da 74 a 115, in montagna da 91 a 118.

La gamma delle precipitazioni si distribuisce attorno al valore medio, oscillando da un minimo del 45,66% ad un massimo pari al 211,11% della precipitazione media.

Le precipitazioni medie stagionali minime sono concentrate nei mesi estivi, quelle massime nei mesi autunnali, salvo alcune stazioni

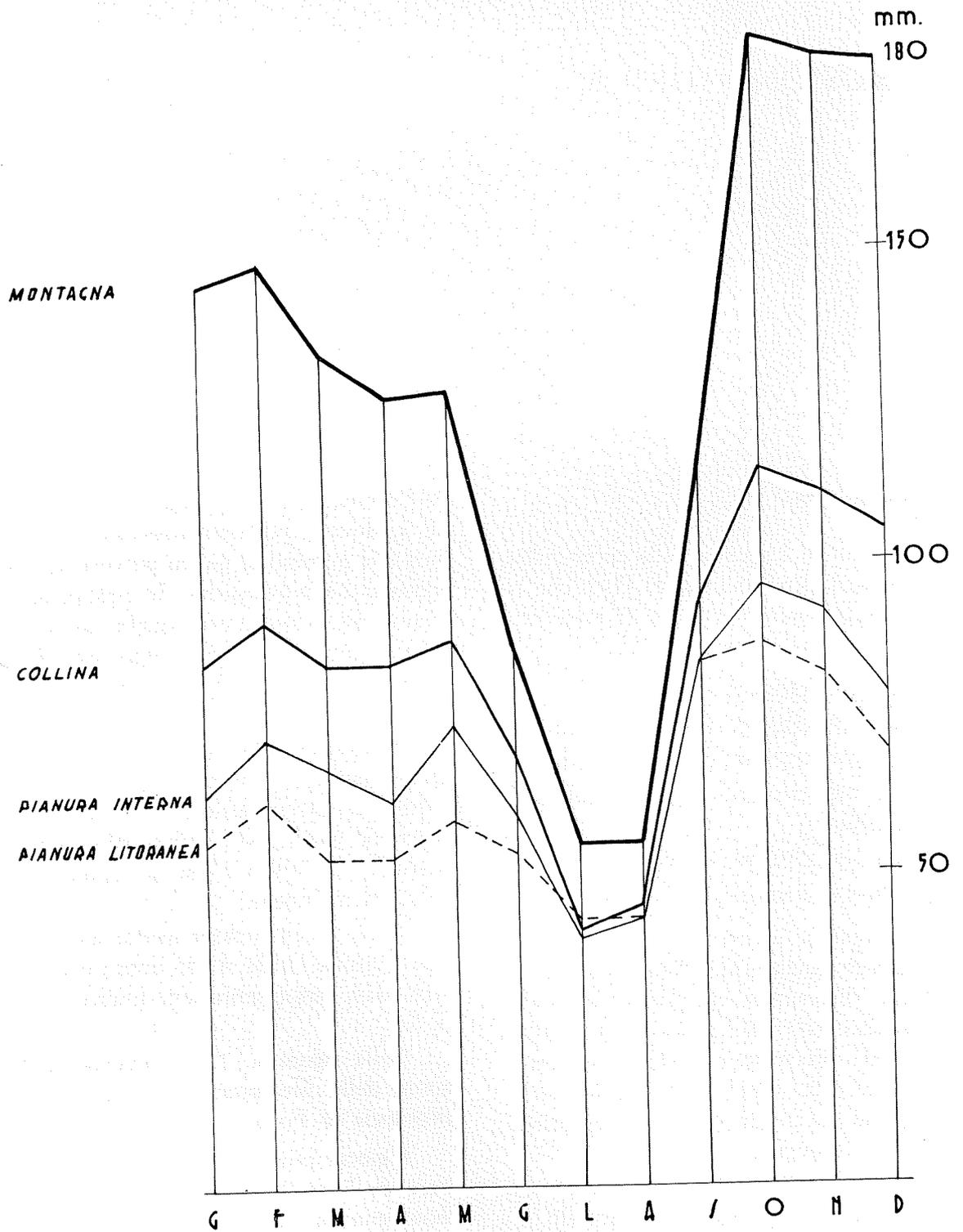


Fig. 11 - Precipitazioni medie mensili nelle zone altimetriche della Provincia di Forlì.

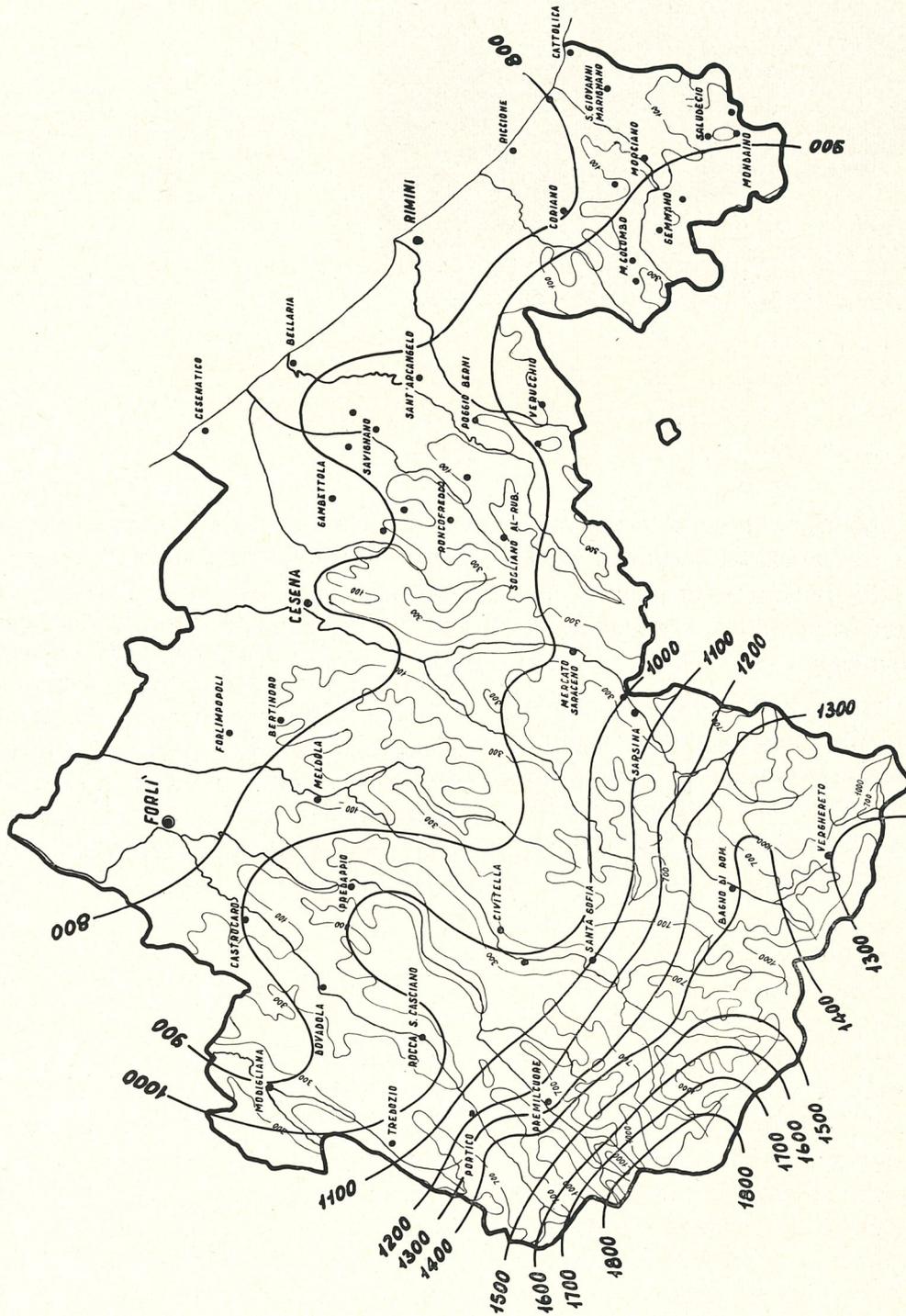


Fig. 12 - Distribuzione delle precipitazioni medie annue nella Provincia di Forlì.



Fig. 13 - Erosione idrica incanalata a 884 metri di altitudine sulla cima quasi pianeggiante di Poggio Bancola (Verghereto). E' la conseguenza di un disboscamento effettuato nei primi decenni di questo secolo, a detta di alcuni vecchi della zona.

(da Antoniazzi 1963)

di alta collina e montagna in cui si presentano nell'inverno. Le precipitazioni stagionali oscillano tra 127 e 297 millimetri in pianura; tra 136 e 491 millimetri in collina; tra 163 e 621 millimetri in montagna.

Il mese più piovoso si presenta in genere nell'autunno e quello meno piovoso è luglio o agosto. Le precipitazioni mensili oscillano nella pianura tra 36 e 104 millimetri, nella collina tra 32 e 188 millimetri; nella montagna tra 48 e 234 millimetri.

Nella tabella n. 10 sono stati elaborati indici caratteristici sulle precipitazioni secondo lo schema seguito da Fournier (1960) e in particolare il rapporto p^2/P dove p rappresenta la precipitazione del mese più piovoso e P la piovosità media annua in millimetri. Questo indice esprime l'azione combinata dell'abbondanza e della concentrazione pluviale del mese più piovoso in rapporto all'erosione, rappresentando, secondo l'Autore, la capacità erosiva del clima. Il suo valore varia tra 9,0 e 12,2 con un valore medio di 11,0 in pianura; tra 10,1 e 22,6 con un valore medio di 13,2 in collina; tra 12,8 e 28,6 con un valore medio di 20,1 in montagna.

In base alla stima del prof. Zangheri (1961,

p. 40) i fiumi della provincia trasportano al mare 3.700.000 tonnellate di materiali all'anno, pari a 1.271 tonnellate per chilometro quadrato. Con una degradazione specifica annua di 1.271 tonnellate per chilometro quadrato e un coefficiente p^2/P medio pari a 15, i bacini idrografici della Provincia di Forlì si vengono a situare nel settore del diagramma di Fournier (1960, pp. 130-133) riguardante i bacini fluviali a rilievo accentuato in ambiente con azione climatica, secondo l'indice p^2/P , relativamente poco efficace.

PRECIPITAZIONI NOTEVOLI

Mancano dati sperimentali, simili a quelli ottenuti dal Servizio per la Conservazione del Suolo degli Stati Uniti, circa i legami intercorrenti tra l'erosione del suolo, l'intensità, l'abbondanza e frequenza delle precipitazioni. Anche i dati pluviometrici reperibili nella letteratura si prestano poco ad essere elaborati secondo gli schemi americani. Anche in questo settore bisogna accontentarsi, per ora, dei dati noti e di osservazioni occasionali.

Nella tabella n. 11 sono raccolte le precipitazioni di massima intensità e breve durata,

Tabella n. 10

DATI ED INDICI CARATTERISTICI SULLE PRECIPITAZIONI

Stazioni	Altitud. s. l. m.	P	N	S	P	$\frac{P}{N}$	$\frac{S}{P}$	$\frac{S^2}{P}$	$\frac{p}{P}$	$\frac{p^2}{P}$
Lido di Rimini	2	682	80	240	85	8,5	0,351	84,5	0,125	10,6
Cesenatico	4	723	78	248	85	9,2	0,343	85,1	0,118	10,0
Cattolica	10	830	78	270	96	10,6	0,325	87,8	0,116	11,1
S. Mauro Pascoli	21	853	87	287	102	9,8	0,336	96,6	0,120	12,2
Forlì	34	745	75	237	82	9,9	0,318	75,4	0,110	9,0
Cesena	44	798	88	261	96	9,1	0,327	85,4	0,120	11,5
Meldola	57	848	85	271	95	10,0	0,320	86,6	0,112	10,6
Castrocaro	68	903	94	286	102	9,6	0,317	90,6	0,113	11,5
Santarcangelo	68	813	82	274	95	9,9	0,337	82,3	0,117	11,1
Morciano	83	870	84	297	104	10,3	0,341	101,4	0,120	12,4
Coriano	102	798	74	272	95	10,8	0,341	92,7	0,119	11,3
Predappio	140	972	88	298	105	11,0	0,307	91,4	0,108	11,3
Montiano	159	794	86	263	92	9,2	0,331	87,1	0,116	10,7
Modigliana	173	918	92	300	109	10,0	0,327	98,0	0,119	11,2
Rocca S. Casciano	210	971	98	311	108	9,9	0,320	99,6	0,111	12,0
Civitella	219	972	97	316	110	10,0	0,325	102,7	0,113	11,4
Sarsina	243	1.077	93	348	117	11,6	0,323	112,4	0,109	12,7
Bertinoro	257	779	79	250	97	9,9	0,321	80,2	0,125	12,1
S. Sofia	257	1.100	95	396	127	11,6	0,333	121,8	0,115	14,7
Montecolombo	315	965	84	318	110	11,5	0,330	104,8	0,114	11,6
Verucchio	332	933	74	310	104	12,6	0,332	103,0	0,111	11,6
Treozio	334	1.053	101	345	121	10,4	0,328	113,0	0,115	13,9
Teodorano	338	867	83	279	96	10,4	0,322	89,8	0,111	10,6
Sogliano	379	846	81	271	96	10,4	0,320	86,8	0,113	10,9
Monte Iottone	442	917	86	282	96	10,7	0,308	86,7	0,105	10,1
Pramilcuore	459	1.234	114	397	141	10,8	0,322	127,7	0,114	16,1
Bagno di Romagna	495	1.391	115	472	160	12,1	0,339	160,2	0,115	18,4
S. Benedetto in A.	503	1.566	113	535	188	13,9	0,342	182,8	0,120	22,6
Biserno	561	1.331	98	463	157	13,6	0,348	161,0	0,118	18,5
S. Marino	652	930	91	312	109	10,2	0,335	104,7	0,117	12,8
Verghereto	812	1.323	109	469	158	12,1	0,354	166,3	0,119	18,9
Campigna	1.068	1.912	118	685	234	16,2	0,358	245,4	0,122	28,6

P = piovosità media annuale in mm.

N = media annuale dei giorni piovosi

$\frac{P}{N}$ = coefficiente di concentrazione piovosa

S = Altezza di pioggia in mm, nel trimestre di massima piovosità

p = altezza di pioggia in mm. nel mese più piovoso.

$\frac{S}{P}$ = coefficiente di concentrazione pluviale nella stagione di massima piovosità

$\frac{S^2}{P}$ = azione combinata dell'abbondanza e della concentrazione pluviale.

$\frac{p}{P}$ = concentrazione pluviale nel mese di piovosità massima

$\frac{p^2}{P}$ = azione combinata dell'abbondanza e della concentrazione pluviale nel mese più piovoso

PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' E BREVE DURATA (Periodo 1921-1960)

Stazioni	Altitudine m. s. l. m.	Minuti			Ore				Precipitaz. media per giorno piovoso	Media mensile mm.	
		10	20	30	1	3	6	12			24
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.			mm.
Lido di Rimini	2	10,0	21,4	34,8	52,2	60,0	67,8	79,4	101,0	8	57
Cesenatico	4	—	14,8	26,0	27,8	36,6	36,8	59,2	119,0	9	60
Rimini	7	14,0	15,2	18,4	32,7	77,2	77,2	78,4	99,8	9	62
Cattolica	10	26,8	26,8	45,0	45,0	76,4	98,0	118,0	148,6	11	69
Branzolino	16	10,6	28,0	28,0	55,0	60,6	60,6	72,6	84,6	9	67
Forlì	34	16,8	32,4	39,6	42,4	51,4	60,2	76,0	79,5	10	62
Diegaro	35	10,6	21,0	31,0	32,6	46,6	85,2	119,2	137,4	9	64
Cesena	44	21,0	27,0	30,2	50,4	59,2	86,4	134,8	154,0	9	66
Predappio	140	13,6	34,0	44,4	65,0	102,0	102,0	102,0	150,0	11	81
Modigliana	173	11,5	24,2	24,2	36,0	64,2	84,8	106,8	142,0	10	76
Rocca S. Casciano	210	13,0	24,2	38,2	58,2	96,8	99,2	101,0	151,0	10	81
Civitella	219	18,4	24,0	40,8	58,5	99,8	110,4	110,8	126,4	10	81
Bertinoro	257	—	23,0	27,8	36,0	54,0	90,0	143,0	155,6	10	65
Monte Colombo	315	—	32,0	32,0	57,2	72,4	90,6	111,0	155,2	11	94
Diga di Quarto	325	—	20,2	33,8	40,0	50,0	63,4	82,0	117,0	9	74
Tredozio	334	12,4	12,4	27,0	45,6	48,6	65,0	88,4	130,4	10	88
Premilcuore	459	17,0	30,6	30,6	60,0	64,0	64,0	78,4	136,6	11	103
Eagno di Romagna	495	14,0	28,0	38,0	69,4	71,6	91,0	102,0	182,8	12	116
S. Benedetto	503	—	28,4	28,4	32,0	69,0	76,2	105,6	127,5	14	130
Verghereto	812	10,0	14,0	35,0	43,2	75,0	108,4	122,4	130,0	12	110

Tabella N. 12

FREQUENZA E ABBONDANZA DELLE PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' E BREVE DURATA NELL'INTERVALLO DA 10 A 60 MINUTI (1921-1960)

Stazioni	Altitudine s.l.m.	Anni di osservazione	10 minuti		20 minuti		30 minuti		40 minuti		50 minuti		60 minuti		Mesi maggiormente interessati	Media giornaliera mm.	Media mensile mm.
			gg.	mm.	gg.	mm.	gg.	mm.	gg.	mm.	gg.	mm.	gg.	mm.			
Lido di Rimini	2	24	1	10,0	11 2	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 21,4	11 4 1	12,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 34,8	2	23,6 ÷ 24,0	2 1	31,2 ÷ 40,0 40,1 ÷ 52,2	10 5 6 2 1	12,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 50,0 50,1 ÷ 52,0	luglio, agosto, settembre	8	57
Cesenatico	4	4	—	—	3	12,8 ÷ 14,8	2 3	15,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 26,0	—	—	—	—	1 3	16,4 ÷ 20,0 20,1 ÷ 27,8	giugno, luglio, agosto	9	60
Rimini	7	14	2	12,0 ÷ 14,0	4	10,2 ÷ 15,2	6	15,0 ÷ 18,4	1	20,1 ÷ 21,9	—	—	4 2 2	11,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 32,7	giugno, agosto, settembre	9	62
Cattolica	10	26	2 1	10,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 26,8	15 1	11,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 20,8	9 5 1 1	10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 45,0	2	20,1 ÷ 24,0	4	20,1 ÷ 26,0	8 7 6 3	10,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 45,0	giugno, luglio, agosto, settembre	11	69
Branzolino	16	8	1	10,1 ÷ 10,6	7 5	10,4 ÷ 20,0 20,1 ÷ 28,0	2 2	17,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 25,6	—	—	1 1	20,1 ÷ 22,6 50,1 ÷ 55,0	3 3 2	10,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 50,1 ÷ 55,0	luglio, agosto, settembre	9	67
Forlì	34	28	3	10,0 ÷ 16,8	15 1	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 32,4	2 5 7 2	8,0 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 39,6	3 1	20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 34,6	1	20,1 ÷ 28,0	11 11 2 2	11,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 42,4	giugno, luglio, agosto	10	62
Diegaro	35	15	1	10,0 ÷ 10,6	5 1	10,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 21,0	6 4 1	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 31,0	3	20,4 ÷ 22,8	1	30,1 ÷ 31,0	5 8 2	15,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 32,6	luglio, agosto, settembre	9	64
Cesena	44	31	3 6 1	7,2 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 21,0	1 26 1	9,6 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 27,4	1 10 7 1	7,0 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 30,2	2	20,0 ÷ 26,6	1 1	20,1 ÷ 25,0 30,1 ÷ 39,6	9 12 5 2 1	10,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 50,0 50,1 ÷ 50,4	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre	9	66
Predappio	140	27	1 2	9,8 ÷ 10,0 10,1 ÷ 13,6	21 1 1	10,4 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 34,0	2 7 6 1 1	7,6 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 44,4	1 1 1	28,0 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 48,7	—	—	15 3 3 3 1 1	12,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 50,0 50,1 ÷ 60,0 60,1 ÷ 65,0	maggio, giugno, luglio, agosto, settembre	11	81
Modigliana	173	14	1	10,1 ÷ 11,5	10 1	10,4 ÷ 20,0 20,1 ÷ 24,2	6 3	10,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 21,4	1	10,1 ÷ 15,4	1	30,1 ÷ 35,5	6 6 2 1	10,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 50,1 ÷ 55,6	giugno, agosto, settembre	10	76
Rocca S. C.	210	29	3	11,0 ÷ 13,0	1 19 2	9,6 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 24,2	17 2 1	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 38,2	6	21,0 ÷ 25,6	1 3	24,6 ÷ 30,0 30,1 ÷ 33,4	8 12 6 1	11,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 50,1 ÷ 58,2	giugno, agosto, settembre	10	81
Civitella	219	34	1 5	9,8 ÷ 10,0 10,1 ÷ 18,4	23 3	10,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 24,8	11 4 3 1	11,9 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 40,8	2	24,6 ÷ 27,6	1 1	28,0 ÷ 30,0 30,1 ÷ 30,8	12 12 3 2 2 1	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 50,0 50,1 ÷ 60,0 60,1 ÷ 61,8	giugno, luglio, agosto, settembre	10	81
Bertinoro	257	10	—	—	1 1	11,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 23,0	1 2 4	7,2 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 27,8	1	20,1 ÷ 29,0	—	—	1 2 4 3	8,4 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 36,0	maggio, giugno	10	65
Montecolombo	315	14	—	—	14 2 1	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 32,0	6 2	12,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 23,6	—	—	—	—	3 6 4 1	14,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 50,1 ÷ 57,2	giugno, agosto, settembre	11	94
Diga di Quarto	325	26	—	—	13 1	10,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 20,2	12 1 1	10,4 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 33,8	1	30,1 ÷ 30,4	1	30,1 ÷ 30,2	13 8 5	10,4 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0	giugno, luglio	9	74
Tredozio	334	15	1	10,1 ÷ 12,4	3	10,2 ÷ 14,4	1 5 1	9,0 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 27,0	1	20,1 ÷ 25,6	—	—	8 5 1	13,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 40,1 ÷ 45,6	luglio	10	88
Premilcuore	459	30	7	10,4 ÷ 17,0	29 2 1	10,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 30,6	13 4	11,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0	1 2 2	19,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 33,0	1 2 —	27,4 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 —	10 12 5 1 1	13,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 50,0 50,1 ÷ 60,0	giugno, luglio, agosto, settembre	11	103
Bagno di Romagna	495	33	1 2	8,1 ÷ 10,0 10,1 ÷ 14,0	17 1	11,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 28,0	14 5 1	11,2 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 38,0	1 3	19,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 27,0	1 —	20,1 ÷ 28,0 —	11 15 4 1 1 1	12,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 50,0 50,1 ÷ 60,0 60,1 ÷ 63,4	giugno, agosto, ottobre	12	116
S. Benedetto	503	10	—	—	1 5 1	9,6 ÷ 10,0 10,1 ÷ 20,0 20,1 ÷ 28,4	6 1	14,0 ÷ 20,0 20,1 ÷ 26,0	2	20,0 ÷ 29,2	—	—	3 6 1	12,6 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 32,0	giugno, settembre	14	130
Verghereto	812	12	1	10,0 ÷ 10,0	7	10,2 ÷ 14,0	4 1	12,8 ÷ 20,0 30,1 ÷ 35,0	1 1	23,6 ÷ 30,0 30,1 ÷ 30,6	2 1	27,0 ÷ 30,0 40,1 ÷ 40,6	3 3 4 1	11,8 ÷ 20,0 20,1 ÷ 30,0 30,1 ÷ 40,0 40,1 ÷ 43,2	luglio, agosto	12	110

registrate nelle stazioni pluviografiche del forlivese. I dati presentati riguardano il quarantennio 1921-1960. Come termine di confronto nella tabella è stata riportata la precipitazione media per giorno piovoso e quella media mensile.

Da un primo esame della tabella si può osservare come le piogge a massima intensità oraria sono quelle più brevi. In dieci minuti si sono avute precipitazioni da 60 a 160 mm/h in venti minuti precipitazioni da 37 a 102 mm/h; in trenta minuti precipitazioni da 37 a 90 mm/h; in un'ora precipitazioni da 28 a 69 millimetri.

Le intensità delle piogge di dieci minuti porterebbero a valori di erosione del suolo notevolissimi, se fossero confrontabili con i valori ottenuti negli Stati Uniti.

Sulla incidenza delle precipitazioni eccezionali nel periodo 1921-1960 sono stati raccolti i dati esposti nella tabella n. 12. Queste cifre riguardano solo gli eventi eccezionali, che sono stati pubblicati negli « Annali Idrologici ». In generale si può osservare che questi eventi eccezionali si presentano due o tre volte all'anno.

Mancano dati circa il numero e la gamma delle piogge notevoli, circa la loro intensità nei primi cinque minuti e circa l'abbondanza e la durata di ciascuna precipitazione, secondo medie annuali, ottenute da un periodo sufficientemente lungo.

Nella tabella n. 13, riportata da Buli (1952, p. 287), e leggermente modificata, sono indicate le frequenze medie giornaliere delle varie classi di precipitazione nell'anno, tratte dai dati riguardanti il ventennio 1922-1941. In ciascuna serie sono stati posti in evidenza i giorni corrispondenti alla precipitazione media annua per giorno piovoso e, quando le classi di precipitazione lo consentivano, i giorni corrispondenti alla precipitazione media mensile. Così elaborati i dati consentono di individuare, in ciascuna stazione, il numero di giorni in cui le precipitazioni sono state superiori alla media giornaliera. I giorni



Fig. 14 - Cascatella temporanea nelle rocce tipo Macigno del M. Comero. (foto Antoniazzi).

con precipitazioni di questo tipo sono 15 a Forlì, 17 a Meldola, 17 a Castrocaro, 18 a Rocca S. Casciano, 16 a Civitella, 41 a S. Benedetto, 33 a Campigna.

Accanto alle piogge di notevole intensità e breve durata possono avere notevole importanza per l'erosione del suolo piogge intense e di lunga durata, quando l'acqua che raggiunge il suolo è superiore a quella che il suolo è in grado di assorbire nello stesso tempo.

Nella tabella n. 14 sono state riportate le precipitazioni massime e quelle che si sono ripetute un numero di volte pari al numero degli anni di osservazione, desunte dal lavoro del Servizio Idrografico (1958), con durata da uno a cinque giorni.

I valori massimi di queste piogge vanno da 79,5 a 182,8 millimetri in un giorno; da 112,8 a 242,9 millimetri in due giorni; da 129,9 a 313,5 millimetri in tre giorni; da 129,9 a 313,5 millimetri in quattro giorni; da

Tabella n. 13

FREQUENZE MEDIE GIORNALIERE DELLE VARIE CLASSI DI PRECIPITAZIONE DELL' ANNO
(periodo 1922-1941) - da Buli 1952

Classi in mm.	Forlì gg.	Meldola gg.	Castrocaro gg.	Rocca S. C. gg.	Civitella gg.	S. Benedetto gg.	Campigna gg.
0- 5	64,60	50,00	57,60	73,90	57,70	31,90	45,05
5- 10	18,05	20,30	23,00	21,50	22,60	22,20	25,11
10- 15	8,10	10,60	9,10	13,40	10,10	17,25	18,29
15- 20	4,90	4,90	6,30	6,20	6,30	11,85	12,35
20- 25	3,90	4,40	3,30	4,00	3,50	9,50	9,23
25- 30	2,50	2,40	2,60	2,10	2,20	5,30	7,29
30- 35	1,15	2,30	1,80	2,30	1,80	4,60	4,47
35- 40	1,30	1,20	0,80	1,10	1,00	2,35	3,17
40- 45	0,40	0,60	0,70	0,80	0,30	2,70	3,17
45- 50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,35	1,59
50- 55	0,30	0,50	0,30	0,40	0,30	0,90	1,47
55- 60	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,80	0,52
60- 65	0,10	0,10	0,05	0,10	0,05	0,85	0,59
65- 70	0,20	0,20	—	0,10	0,05	0,45	0,41
70- 75	0,15	0,10	—	0,05	0,05	0,20	0,64
75- 80	—	0,10	—	0,05	—	0,15	0,35
80- 85	—	—	0,20	0,05	—	0,05	0,23
85- 90	—	0,05	—	0,05	—	—	—
90- 95	—	—	—	0,05	—	0,10	—
95-100	—	—	—	0,05	—	—	0,06
100-105	—	—	—	—	—	0,05	—

148,0 a 340,5 millimetri in cinque giorni. Il confronto tra queste cifre e quelle della precipitazione media giornaliera e mensile nelle stesse stazioni ne rivela il carattere eccezionale e l'importanza.

Anche le piogge massime ripetutesi un numero di volte pari a quello degli anni di osservazione, quelle piogge cioè che in media hanno la probabilità di verificarsi ogni anno, presentano valori notevoli. Esse vanno da 45,8 a 81,1 millimetri in un giorno; da 59,1 a 113,1 millimetri in due giorni; da 63,8 a 129,4 millimetri in tre giorni; da 68,1 a 146,2 millime-

tri in quattro giorni; da 73,1 a 164,3 millimetri in cinque giorni.

Nell'interpretare, ai fini dell'erosione, questi dati va tenuto conto che manca l'indicazione delle modalità con le quali si sono presentate le precipitazioni negli intervalli di tempo considerati. Infatti con piogge di lunga durata, ma poco intense, lo scorrimento superficiale si può produrre tardi, quando il suolo è ormai saturo d'acqua, e può produrre effetti erosivi modesti. Tuttavia anche con piogge di tipo prolungato, come con piogge ripetute nel tempo in rapida successione, gli effetti erosivi

Tabella n. 14

PRECIPITAZIONI MASSIME DI LUNGA DURATA E PRECIPITAZIONI CHE SI SONO RIPETUTE UN NUMERO DI VOLTE PARI AL NUMERO DEGLI ANNI DI OSSERVAZIONE (periodo 1921-1950)

Stazioni	Altezza s. l. m.	Anni di osservaz.	Giorni 1		Giorni 2		Giorni 3		Giorni 4		Giorni 5		Precipitazione media giornaliera mm.	Precipitazione media mensile mm.
			Massima mm.	Probabile annuale mm.										
Lido di Rimini	2	15	89,0	48,6	112,8	62,4	136,6	67,2	150,8	73,6	150,8	76,6	8	57
Cesenatico	4	26	119,0	47,5	129,5	60,4	129,9	64,6	129,9	68,1	150,7	73,1	9	60
Rimini	7	23	98,8	47,6	118,0	60,0	136,0	68,3	148,0	73,3	148,0	77,0	9	62
Cattolica	10	25	98,0	52,6	143,6	67,2	143,6	79,4	171,6	89,0	171,6	92,2	11	69
Forlì	34	28	79,5	50,0	116,4	65,0	139,0	71,0	139,0	71,0	150,0	75,0	10	62
Cesena	44	25	151,0	45,8	195,6	59,7	208,8	65,6	211,8	71,6	212,0	75,6	9	66
Predappio	140	28	150,0	59,8	150,0	77,5	177,0	86,0	204,8	95,6	231,8	99,9	11	81
Modigliana	173	25	142,0	57,0	209,0	68,0	244,0	78,0	272,5	85,0	291,0	87,2	10	76
Rocca S. Casciano	210	30	144,0	53,7	198,0	68,0	251,4	79,8	283,0	88,2	313,2	94,6	10	81
Civitella	219	29	109,6	54,2	169,4	68,9	216,0	76,0	247,4	80,7	272,2	87,0	10	81
Bertinoro	257	28	143,2	48,0	191,0	59,1	203,8	66,3	215,4	75,0	215,4	80,0	10	65
Montecolombo	315	27	119,4	53,4	127,7	70,0	197,1	85,6	222,2	91,5	229,4	95,1	11	94
Diga di Quarto	325	19	87,4	44,4	139,6	56,0	202,2	63,8	215,0	70,2	223,0	78,4	9	74
Tredozio	334	28	130,4	55,4	191,0	70,5	233,6	79,7	267,6	84,2	301,2	97,9	10	88
Premilcuore	459	25	115,0	47,8	188,4	69,4	223,2	84,6	258,4	96,4	289,8	101,6	11	103
Bagno di R.	495	27	182,8	64,0	237,0	85,2	292,0	99,2	308,4	110,4	321,4	117,0	12	116
S. Benedetto	503	27	127,5	63,0	201,3	96,0	250,0	115,6	292,3	134,0	325,8	145,0	14	130
Verghereto	812	28	130,0	55,4	164,0	77,3	191,0	93,6	222,0	102,4	244,5	117,1	12	110
Campigna	1.068	23	171,0	81,1	242,9	113,1	313,5	129,4	313,5	146,2	340,5	164,3	16	159



Fig. 15 - Un particolare delle cascate dell'Acquacheta (S. Benedetto). L'acqua erode una alternanza marnoso-arenacea suborizzontale. (foto Bertaccini).

possono essere notevoli a causa del ruscellamento successivo al raggiungimento della completa imbibizione del suolo.

PERMEABILITA'

Delle acque che cadono sul suolo una parte evapora, una parte filtra, una parte infine scorre in superficie. Per l'erosione del suolo ha grande importanza la relazione intercorrente tra le acque di scorrimento superficiale e quelle che si infiltrano, legata principalmente all'entità e al modo delle precipitazioni; alla massa, all'aggregazione e all'imbibizione raggiunta dal suolo; alla permeabilità delle rocce; all'andamento del pendio; allo stato della copertura vegetale.

Dell'andamento del pendio, anche in rapporto alle varie rocce affioranti, e di quello delle precipitazioni è già stato detto. Sullo stato

attuale della copertura vegetale ci si è già soffermati e si tornerà in seguito. Vediamo ora le caratteristiche del suolo e delle rocce che si presentano nel forlivese.

Dalla « carta dei suoli d'Italia » in scala 1:1.000.000, redatta dal professor Fiorenzo Mancini e da un apposito Comitato (1966) si possono desumere di massima le associazioni di suoli dominanti nel territorio provinciale.

Nella zona degli affioramenti marnoso-arenacei domina la associazione: suoli bruni acidi, suoli bruni lisciviati, suoli bruni e litosuoli. Solo in un tratto del più alto Appennino figura l'associazione: podzoli bruni, suoli bruni acidi e litosuoli.

Nelle formazioni marnose e argillose figura l'associazione: regosuoli e vertisuoli.

Nelle zone di affioramento delle rocce molassiche si presenta l'associazione: suoli bruni mediterranei, suoli lisciviati e litosuoli.

Nelle coltri gravitative figura l'associazione: suoli bruni, litosuoli, regosuoli e suoli bruni lisciviati.

Nelle alluvioni antiche dominano le associazioni: suoli bruni lisciviati, pseudogley e suoli bruni; suoli lisciviati e litosuoli.

Nella pianura si notano nella parte alta i suoli alluvionali idromorfi e in generale i suoli alluvionali.

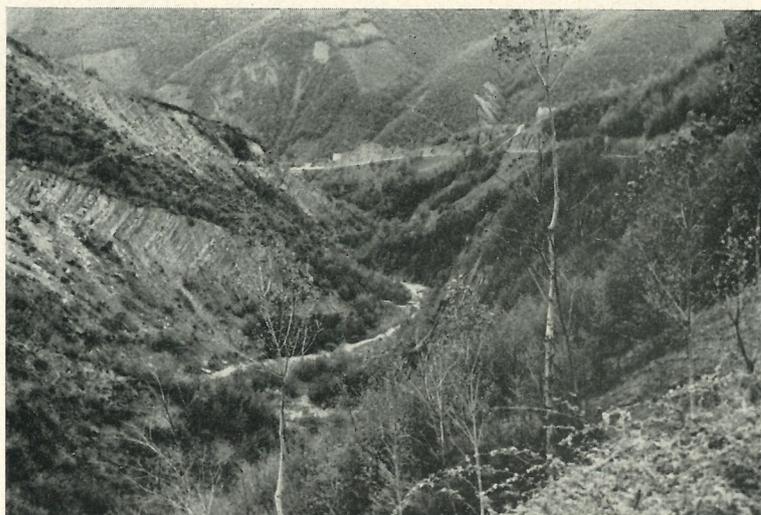
Nelle rocce calcaree domina l'associazione: suoli bruni calcarei, rendzina e suoli bruni lisciviati.

Le associazioni che figurano nella carta hanno un valore ed una validità nei limiti della scala cartografica e nell'ambito di una classifica delle associazioni di suoli formulata per l'intero territorio nazionale.

Per quel che concerne il territorio provinciale è da notare che il prolungato sfruttamento agricolo e i disboscamenti hanno trasformato i suoli e li hanno esposti fortemente all'erosione, specie nei pendii. Per questa ragione, in

Fig. 16 - Caratteristica incisione valliva nell'alta collina forlivese. Zone di affioramento della formazione marnoso-arenacea.

(foto Antoniazzi)



gran parte del territorio collinare e montano, sono nettamente prevalenti in quasi tutte le associazioni i litosuoli e i regosuoli e, in qualche caso, addirittura diviene importante l'affioramento di rocce nude.

Dove il suolo naturale si è conservato, ed è protetto dalla vegetazione spontanea, la sua aggregazione funge da spugna e trattiene l'acqua piovana mentre la copertura vegetale smorza l'energia della pioggia. Dove invece vi sono le colture, spesso il suolo si presenta indifeso e con una permeabilità ridotta. In questo caso l'acqua cadente, se di sufficiente intensità, batte il suolo; solleva e scaglia più o meno lontano minuti detriti da una superficie pulverulenta; li ingloba in una pellicola d'acqua e, sotto l'azione della gravità, ne inizia il trasporto; riduce a particelle più fini, quindi più facilmente trasportabili dalle acque dilavanti, gli aggregati del suolo, non protetti dalla vegetazione e già inumiditi. Così « l'energia meccanica dell'acqua flagellante vince facilmente la coesione del terreno agrario e del mantello di sfaticcio, e talora della roccia non interamente disgregata » (Gortani 1959, p. 84).

Gran parte del territorio collinare e montano presenta suoli poco permeabili proprio perchè questi si sono riaccostati alle caratteristiche della roccia madre. Infatti gli affioramenti di rocce argillose e marnose, le argille scagliose e la formazione marnoso-arenacea in facies marnosa sono praticamente impermeabili. La formazione marnoso-arenacea più diffusa, con prevalenza delle marne sulle arenarie, presenta una permeabilità assai scarsa e localizzata, se non quasi una semimpermeabilità. Solo gli affioramenti di rocce molassiche si presentano permeabili, anche se in esse la circolazione dell'acqua è resa complessa e difficoltosa dalla presenza di intercalazioni marnose talvolta rilevanti e da gradi diversi di cementazione dei materiali. Un certo grado di permeabilità è pure presentato dai calcari e dalle molasse, che figurano nelle coltri gravitative.

La netta dominanza di suoli impermeabili o semimpermeabili, la povertà di suoli naturali, la ridotta superficie protetta dal bosco d'alto fusto o da una spessa cotica erbosa, e la dominanza di forti pendii espone nettamente il suolo collinare e montano all'erosione idrica, con i risultati che è facile constatare.



Fig. 17 - Incisione di un ruscello nella formazione marnoso arenacea. Zona di S. Sofia.

(foto Antoniazzi)

EROSIONE DIFFUSA ED INCANALATA.

Le forme di erosione più caratteristiche dovute all'acqua sono l'erosione diffusa e l'erosione incanalata. L'erosione diffusa si sviluppa generalmente su suoli inclinati; provoca una certa rimozione superficiale del suolo, assottigliando gli orizzonti di superficie; dà luogo a modesti canalicoli, immediatamente eliminabili dalle pratiche agricole. I materiali erosi, dopo un trasporto più o meno grande, si depositano alla base del pendio o nelle zone depresse, in cui permangono o possono essere ulteriormente trasportati dalle acque incanalate.

L'erosione incanalata inizia quando le acque di dilavamento, che coprono l'intera superficie battuta dalla pioggia e tendono a seguire le linee di maggior pendenza, vengono a raccogliersi, generando minuscoli rivi, che incidono i pendii, e tendono a divenire permanenti, e non più eliminabili, con le normali pratiche agricole. Questi rivi e ruscelli costituiscono la parte estrema più minuta, articolata e complessa dei reticoli fluviali e torrentizi. L'acqua raccogliendosi in filetti sempre maggiori aumenta di velocità e di massa, acquistando un'energia cinetica proporzionale. Il tipo di erosione passa

così da un fatto di superficie ad uno di scavo lungo solchi più o meno profondi. Le acque incanalate tendono ad approfondire il proprio letto, ad allargarlo e ad estenderlo nella parte alta, mediante un reticolo sempre più complesso e articolato.

L'erosione in profondità avviene ad opera dell'acqua limpida e dei materiali trasportati. In teoria l'acqua che trasporta i materiali, avendo una forza viva minore di quella limpida, ha un minor potere erosivo. In pratica i materiali trasportati hanno grande importanza nel lavoro di escavazione.

L'erosione laterale diviene particolarmente efficace in relazione alle deviazioni del filone della corrente. L'attacco si sviluppa in particolare ora su una ora sull'altra riva ed opera scalzamenti, che finiscono con l'allargare il fondo vallivo anche quando la corrente non è più in grado di erodere in profondità e di rimuovere completamente i materiali di fondo.

Le acque trasportano materiali in soluzione, in sospensione, per salti e sul fondo. In soluzione vanno i prodotti della corrosione, le parti grossolane vengono trasportate negli altri modi. Le particelle terrose più fini in sospensione; le medie vengono trasportate per salti,



Fig. 18 - Trasporto di fondo del fosso Alferello presso Alfero. (foto Antoniazzi).

cioè vengono sollevate quando vi è energia sufficiente e ridepositate appena cade l'energia; le più grosse vengono trascinate sul fondo.

Quando gli alvei hanno raggiunto un certo sviluppo essi riducono la fase erosiva e tendono a realizzare un profilo di equilibrio, nel quale non vi è nè erosione nè sedimentazione, perchè la resistenza dei materiali al trascinamento fa equilibrio alla velocità e alla portata della corrente. Appena uno di questi termini si modifica, allora si verifica o la deposizione dei materiali o la loro erosione.

EROSIONE NORMALE E DEBOLE.

Come è già stato detto sono stati considerati con erosione normale i suoli pianeggianti, in cui i fenomeni di erosione sono limitati, per ragioni morfologiche e di sistemazione del terreno, al normale ricambio del suolo. Osservando la carta dell'erosione del suolo si può vedere che questo tipo di erosione è diffuso nella pianura forlivese. Questa zona è costituita da un potente deposito alluvionale, che in parte

ha raggiunto la sistemazione agricola in epoca romana (zona della centuriazione) e in parte con una bonifica compiutasi alla fine del XIX secolo.

L'erosione debole riguarda sia suoli naturali, sia suoli coltivati. I suoli naturali, anche in pendio, presentano una limitata e localizzata erosione diffusa nella parte più superficiale dell'orizzonte umifero A. I suoli coltivati, generalmente pianeggianti, presentano lavorazioni che riguardano l'orizzonte A residuo ed eventualmente gli orizzonti differenziali sottostanti.

Nella leggenda della carta l'erosione debole non figura a sè ma è associata o all'erosione normale o a quella moderata. Perchè questi diversi stati di erosione erano strettamente associati e difficilmente scindibili a questa scala cartografica.

L'erosione normale o debole riguarda in particolar modo le alluvioni terrazzate, in cui la pedogenesi attuale si impianta su un suolo più antico; le zone dove domina ed è ancora ben conservato il bosco d'alto fusto; le zone infine dove, per la presenza di una pietrosità elevatissima e per l'andamento abbastanza dolce del terreno, il suolo si è potuto conservare malgrado la degradazione del ceduo.

Nelle alluvioni terrazzate, completamente coltivate, l'andamento pianeggiante favorisce la conservazione del suolo. Nei boschi di alto fusto, ormai limitati alla fascia più alta dell'Appennino nella zona di Campigna e della Lama, il suolo si conserva con notevoli spessori e con gli orizzonti indisturbati anche su pendici notevoli. In queste zone il disboscamento non ha eliminato il principale antagonista naturale all'azione delle acque dilavanti. Oltre che in queste faggete ed abetine, suoli appartenenti a questa classe di erosione figurano piuttosto localizzati in vecchi castagneti. Dopo molta esitazione, specie a causa della grande rocciosità della massa e della superficie del suolo, sono stati ascritti a questa classe anche i suoli che figurano fra i campi di blocchi e massi calcarei a sud di Alfero. In queste zone le con-



Fig. 19 - Pascoli in degradazione presso il M. Fumaiolo.

(foto Antoniazzi)

dizioni naturali hanno impedito una effettiva degradazione del suolo formatosi e conservatosi tra un masso e l'altro.

EROSIONE MODERATA E FORTE.

L'erosione moderata riguarda sia suoli naturali, sia suoli coltivati. Nei primi l'orizzonte A è profondamente intaccato da fenomeni di erosione idrica diffusa, nei secondi le lavorazioni interessano l'orizzonte A residuo e gli orizzonti sottostanti. Nella carta anche questo tipo di erosione non si presenta autonomo, ma in due associazioni: suoli con erosione debole o moderata e suoli con erosione forte o localmente moderata.

I suoli con erosione debole e moderata si presentano, specialmente nella parte più alta delle conoidi dell'alta pianura, in suoli coltivati e in certi boschi misti e castagneti della zona collinare e montana.

L'erosione forte riguarda sia suoli naturali, in cui l'erosione idrica diffusa e, localmente, quella incanalata hanno asportato gran parte dell'orizzonte A del profilo; sia i suoli coltivati dove le lavorazioni giungono ad intaccare le rocce madri o i substrati pedogenetici.

Questa erosione forte si presenta sia autonoma, caratterizzando vaste superfici, sia localmente sostituita da un'erosione moderata. Da sola si presenta nella maggior parte dei suoli coltivati della collina e montagna forlivese, come pure nei cedui più degradati. Viene localmente sostituita da una erosione moderata nei boschi misti e nei cedui meno degradati, come pure nei suoli coltivati più pianeggianti.

EROSIONE FORTISSIMA.

L'erosione fortissima riguarda affioramenti di rocce nude con una moderata alterazione superficiale di carattere prevalentemente fisico, con lembi di suoli residui tra i solchi scavati da un'erosione idrica incanalata assai attiva e generalizzata. Questa forma di erosione domina particolarmente nell'alta collina e montagna, caratterizzando in particolar modo la zona di affioramento della formazione marnoso-arenacea. Il disboscamento a raso nei forti pendii e le colture in condizioni limite hanno aperto la strada a gravissime forme di erosione, di cui viene data ampia illustrazione nelle figure. Zone dell'alto Appennino, ancora coperte da boschi prima della guerra 1914-'18, che i vec-

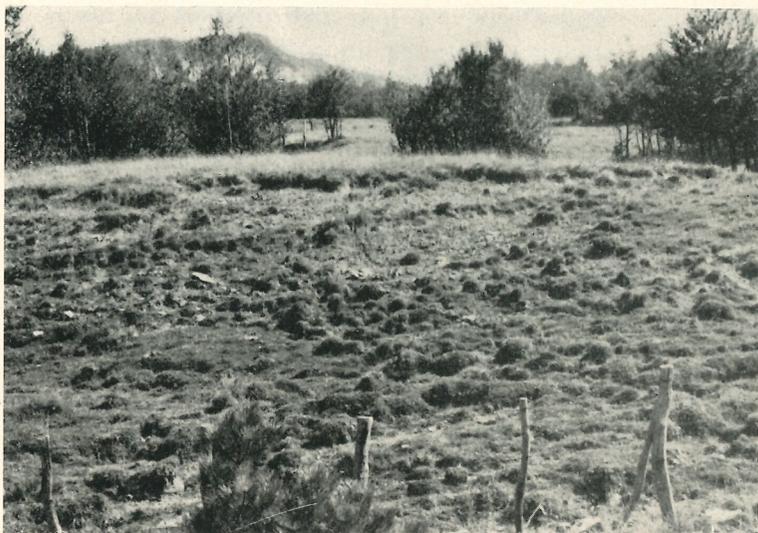


Fig. 20 - Rottura della cotica erbosa per calpestio del bestiame, con conseguenti erosione idrica e smottamento, nei prati su argille scagliose presso il M. Fumaiolo.

(foto Antoniazzi)

chi raccontano di aver disboscato, oggi appaiono come nudi affioramenti rocciosi, solcati da tortuosi canali di erosione profondi anche alcuni metri.

E' particolarmente in queste zone che si acquista piena coscienza dei danni gravissimi causati dal disboscamento, dalle coltivazioni non protettive del suolo, del pascolo eccessivo ecc. Nelle altre zone caratterizzate dall'erosione forte le colture e la persistenza del ceduo nascondono all'occhio inesperto la gravità della situazione. Un esperto del nostro territorio quale è il professor Pietro Zangheri (1961, p. 63) indica la situazione con queste accorate parole: « le condizioni (morfologiche) nelle quali si trova la massima parte dell'Appennino provinciale raccomandano quelle sagge precauzioni che non debbono essere mai dimenticate, quando si abbia in animo di manomettere le protezioni naturali, costituite dalla vegetazione spontanea, per portare il suolo ad altro impiego; ma ormai l'avvertimento è quasi inutile e comunque intempestivo, dopo le inconsiderate operazioni già da tempo avvenute ».

L'impovertimento e la riduzione della porosità del suolo sono una prima conseguenza del disboscamento e dello sfruttamento irrazionale della natura. La pioggia, non più tratte-

nuta dalla vegetazione e sempre meno assorbita, scorre in superficie. Vengono così asportati livelli sempre più profondi di un suolo che si fa via via meno poroso, meno fertile, meno ricettivo verso l'acqua. Questo aumenta a sua volta lo scorrimento superficiale e potenzia, a circolo chiuso, gli effetti erosivi. L'acqua si raccoglie in ruscelletti, poi in torrentelli sempre maggiori e l'erosione finisce con l'approfondirsi in rocce ormai sterili.

EROSIONE E SEDIMENTAZIONE FLUVIALE.

I suoli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale riguardano i letti fluviali e le fasce di territorio limitrofe, soggette alle inondazioni, all'erosione e alle divagazioni dei corsi d'acqua. Si tratta di zone negate all'utilizzazione agricola e strettamente localizzate. In qualche caso vi si nota qualche pascolo e qualche attività ortiva, che presto viene interrotta da una inondazione.

Nei letti dei fiumi si notano i sintomi di una ripresa di erosione in profondità. Si veda in proposito quanto è stato scritto da Veggiani (1964) e da Roveri (1965).

Questo fenomeno, di notevole gravità (scalzamento di ponti, di difese di sponda, di briglie ecc.) e di grande interesse scientifico, meriterebbe un accurato studio di dettaglio per valutarne l'entità, per individuarne le cause e per studiare gli interventi più opportuni.

ABRASIONE E SEDIMENTAZIONE MARINA.

I suoli soggetti all'abrasione e alla sedi-

mentazione marina costituiscono la fascia di spiaggia litoranea, in cui si osservano tratti in erosione e tratti in protendimento.

Attualmente l'erosione marina è operante nel litorale di Gabicce, di Cattolica, di Misano, di Rivabella, di Torre Pedrera, di Bellaria e Igea Marina, di S. Mauro Pascoli, di Savignano, di Gatteo e di Valverde (Antoniazzi 1967). Gli altri tratti del litorale o sono stabili o presentano modesti protendimenti verso il mare.

VI. SUOLI IN DISSESTO

MOVIMENTI DI MASSA DEL SUOLO E FRANE

Sotto l'azione della gravità masse instabili scendono fino a trovare un nuovo equilibrio. Queste masse possono avere una superficie da pochi metri quadrati a vari chilometri quadrati e uno spessore quanto mai vario: possono infatti interessare un singolo orizzonte del suolo, il suolo nella sua interezza, il suolo e la massa rocciosa sottostante. Nei primi due casi si parla di erosione di massa del suolo, nel terzo di frane vere e proprie.

Tra i movimenti di massa del suolo si possono riscontrare:

— la *soliflussione*: quando il suolo o masse detritiche si spostano lungo un pendio con un movimento lento e impercettibile, conseguente a moti indotti nelle particelle da variazioni di volume, dovute a oscillazioni termiche, o a ripetuti fenomeni di gelo e disgelo, o a successive imbibizioni e disseccamenti; se i materiali sono anche imbevuti il movimento è simile a quello di una massa estremamente viscosa;

— le *colate fangose*: quando il suolo imbevuto, senza coesione e con una vegetazione insufficiente a trattenerlo, cola lungo il pendio come una massa viscosa piuttosto fluida;

— gli *scivolamenti del suolo*: quando all'interno del suolo o al contatto tra il suolo e la roccia madre la presenza di un livello impermeabile arresta l'acqua di percolazione

e si trasforma in un piano di scivolamento per la massa del suolo sovrastante;

— le *frane del suolo*: quando la massa del suolo è posta fuori equilibrio da una causa diversa da quella precedentemente indicata.

Tra le frane vere e proprie che interessano il suolo e il substrato roccioso si possono individuare le frane di detrito, gli smottamenti, gli scorrimenti, gli scoscendimenti e le frane miste (Gortani 1959, p. 44).

Le frane di detrito riguardano sia fenomeni di soliflussione, del tipo di quelli descritti; sia frane di detrito secco dovute all'assestamento di materiali che superano l'angolo limite; sia frane di detrito imbevuto, che insorgono quando l'angolo limite, valido per i materiali asciutti non lo è più per quelli imbevuti.

Gli smottamenti riguardano sia le rocce argillose, sia le formazioni con una netta prevalenza degli interstrati argillosi. Il movimento è conseguente al fatto che l'argilla imbevuta d'acqua smotta, anche su un pendio di pochi gradi, scivolando sulla parte asciutta e compatta.

Gli scorrimenti sono scivolamenti, in genere lenti, di materiali litoidi su di un substrato generalmente argilloso o marnoso, che fa da piano di slittamento. Possono essere: scorrimenti in blocco, quando le masse in movimento mantengono la propria compagine; scorrimenti a blocchi accatastati; scorrimenti caotici.

Gli scoscendimenti sono frane rapide, in



Fig. 21 - Forte erosione del suolo ai piedi dei castagni del M. Comero. (foto Antoniazzi).

cui si ha una brusca trasformazione di energia potenziale in energia cinetica e in cui il movimento dei materiali si sviluppa con velocità crescente. Queste frane possono essere assai funeste e vengono distinte in scoscendimenti con scorrimento iniziale e scoscendimenti subitanei.

Le frane miste sono movimenti delle masse rocciose, che presentano successivamente aspetti diversi o che riuniscono in sé caratteri di vari tipi di frane.

ZONE IN DISSESTO

Lo studio e la delimitazione delle superfici in dissesto nel territorio forlivese non tendeva ad una classifica dei fenomeni franosi, ma doveva fornire dati ed indicazioni di carattere agronomico. Nella voce suoli in dissesto della carta dell'erosione figurano infatti superfici, in cui i fenomeni di erosione di massa del suolo, di franosità e di erosione idrica incanalata, sono tali da impedire le coltivazioni o da ostacolarle o da rendere difficoltoso o impossibile l'utile impiego delle macchine agricole. Nella carta sono state riportate solo

le aree dove si presentano queste condizioni.

I fenomeni di erosione di massa dei suoli sono frequenti nel territorio provinciale specie nei terreni in forte pendio. Le colate fangose sono abbastanza diffuse nei suoli argillosi specialmente del Messiniano, dove è tuttavia difficile distinguerle dalle maggiori colate di fango e dagli smottamenti.

Gli scivolamenti del suolo sono assai frequenti in tutto il territorio collinare e montano. Si possono osservare nei pendii dopo prolungati periodi piovosi. Si presentano come piccole lacerazioni del suolo, generalmente ovali, con una piccola nicchia di distacco e una zona di accumulo. Su una superficie di pochi ettari a volte se ne possono contare a decine. In genere si tratta di scollamenti del suolo dal substrato roccioso poco permeabile. Sono diffusi nella zona di affioramento della formazione marnoso arenacea, ma anche in rocce di altro tipo. Si presentano in genere in suoli coltivati a grano o in impianti erbacei di recente costituzione.

Più raramente si possono osservare franamenti del suolo in corrispondenza di incisioni operate dalla natura o dall'attività umana.

Fenomeni di soliflussione, che interessano oltre al suolo anche una importante massa detritica, si verificano nell'alta valle del Savio a nord-ovest del Monte Comero, dove la grandissima estensione assunta dal detrito, che si trova su di un dolcissimo piano inclinato, è da attribuirsi non solo allo scorrimento iniziale dei materiali frananti, ma anche a lenti movimenti del detrito, favoriti anche dalla natura argillosa del substrato, ai quali si deve in gran parte attribuire la riduzione dei materiali franosi presso la pendice dalla quale si sono ripetutamente staccati attraverso il tempo.

I movimenti di massa del suolo, pur essendo importanti e potendo arrecare gravi danni a singole pendici, non costituiscono la parte essenziale dei suoli in dissesto e non sarebbero neanche cartografabili alla scala adottata. La grande massa dei suoli in dissesto è data dalle superfici nelle quali i fenomeni franosi, e più in particolare gli smottamenti,



Fig. 22 - Erosione del suolo forte nella collina argillosa riccionese. (foto Antoniazzi).



Fig. 23 - Erosione forte del suolo nella collina argillosa cesenate (foto Antoniazzi).



Fig. 24 - Erosione idrica sul margine di una terrazza alluvionale. (foto Antoniazzi).



Fig. 25 - Erosione forte e fortissima nella zona di Montetiffi. Affioramenti argillosi e molassici. (foto Antoniazzi).



Fig. 26 - Erosione forte nella collina riccionese. Affioramenti di rocce molassiche. (foto Antoniazzi).



Fig. 27 - Erosione fortissima e smottamenti presso il passo del Carnaio, nell'alto Appennino forlivese. (foto Antoniazzi).

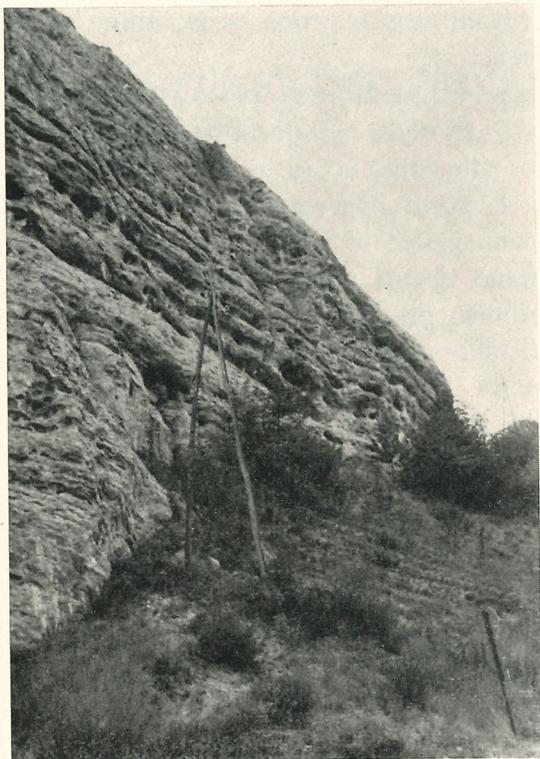


Fig. 28 - Erosione idrica fortissima ed erosione del vento nelle molasse di Perticara. (foto Antoniazzi).

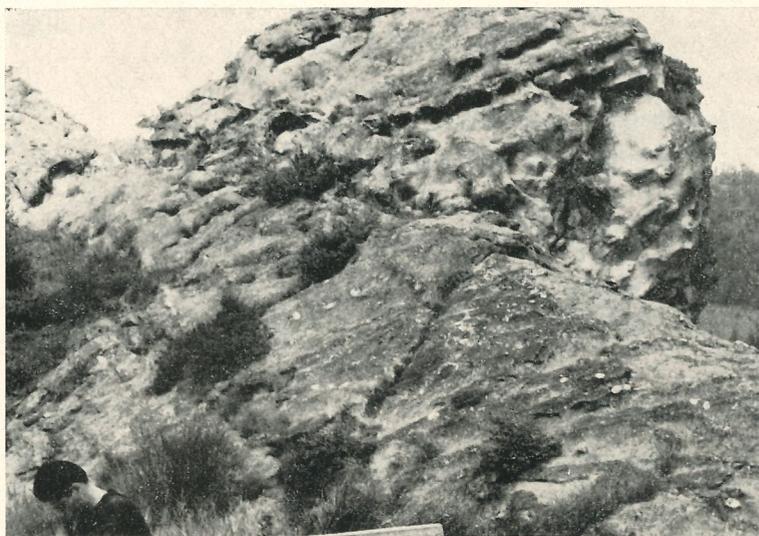


Fig. 29 - Erosione di rocce molassiche a Pietra dell'Uso. (foto Antoniazzi).

interessano il suolo e il substrato roccioso. Un importante contributo ai suoli in dissesto è dato dai calanchi dovuti all'erosione idrica incanalata.

Gli smottamenti sono distribuiti specialmente nelle aree degli affioramenti argillosi messiniani, pliocenici e calabrianici, come pure nelle zone ove dominano le argille scagliose.

Talvolta gli smottamenti danno luogo a vere e proprie colate di fango.

I calanchi più tipici si formano nelle argille plioceniche e calabrianiche, mentre nelle altre rocce argillose si hanno piuttosto forme calancoidi in rapida evoluzione a causa della franosità.

Negli affioramenti di rocce argillose, accan-

to ai fenomeni più gravi, una serie di movimenti minori e relativamente superficiali interessa vastissime superfici. In ogni stagione piovosa più intensa queste frane si pongono in movimento, rendendo variamente sconnessa e avvallata la superficie del suolo e rendendo difficoltosi i lavori agricoli.

Nel restante territorio, specialmente nelle aree di affioramento della formazione marnoso-arenacea, si osservano superfici in dissesto assai localizzate. In queste zone i fenomeni franosi più diffusi sono gli smottamenti e gli scorrimenti. In genere si tratta di fenomeni piuttosto lenti. In qualche caso tuttavia si so-

no verificati veri e propri scoscendimenti catastrofici.

Anche in questa area, piuttosto che al singolo fatto franoso, è stata posta particolare attenzione alle zone, in cui molti e relativamente piccoli distacchi, in frequente movimento, possono danneggiare le colture; e le aree dove si presentano detriti particolarmente instabili o in equilibrio precario.

Gli affioramenti di rocce molassiche si sono rivelati in generale particolarmente stabili. Anche le alluvioni terrazzate sono solo localmente intaccate da stacchi marginali dovuti allo scalzamento prodotto dalle acque fluviali.

VII. ESTENSIONE AREALE DEI VARI TIPI DI EROSIONE

GENERALITA'

Dati i fini pratici dello studio, la valutazione quantitativa della estensione delle aree interessate ai vari tipi di erosione è stata fatta sulla base delle unità comunali. La superficie di ciascun Comune è stata ripartita nel modo seguente:

- suoli con erosione normale, debole e moderata;
- suoli con erosione forte;
- suoli con erosione fortissima;
- suoli in dissesto;
- suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione fluviale;
- suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione marina.

È stato così compiuto un raggruppamento dei termini che compaiono nella leggenda della carta dell'erosione. I primi tre termini (suoli con erosione normale, suoli con erosione normale o debole, suoli con erosione debole o moderata) hanno costituito un'unità; i secondi due termini (suoli con erosione forte o localmente moderata, suoli con erosione forte) un'altra unità. Gli altri termini sono rimasti quali figurano nella carta dell'erosione.

Le valutazioni quantitative, compiute sulla carta originale in scala 1:100.000, sono state effettuate col planimetro polare quando la ampiezza delle superfici lo consentiva, con ap-

positi reticoli millimetrici negli altri casi. Le misure sono state ripetute varie volte ed è stata alla fine presa in considerazione la media dei valori così ottenuti. Questi dati sono stati confrontati con quelli ufficiali riguardanti i vari Comuni e la Provincia. Le lievi differenze riscontrate sono state opportunamente compensate.

EROSIONE COMPLESSIVA

Nel territorio provinciale i suoli sotto il profilo dell'erosione sono così ripartiti:

— suoli con erosione forte	Ha 166.171	57,11%
— suoli con erosione normale, debole o moderata	Ha 82.803	28,45%
— suoli in dissesto	Ha 24.430	8,39%
— suoli con erosione fortissima	Ha 10.507	3,61%
— suoli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale	Ha 6.659	2,29%
— suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione marina	Ha 430	0,15%

La ripartizione in zone altimetriche dei suoli appartenenti alle diverse classi di erosione è stata fatta raggruppando i vari Comuni secondo la zona altimetrica prevalente, i dati complessivi figurano nella tabella n. 15.

Da un esame sommario di questa tabella

Tabella n. 15

SUPERFICI INTERESSATE DALLE VARIE CLASSI DI EROSIONE NELLE ZONE ALTIMETRICHE DELLA PROVINCIA

COMUNI	Suoli con erosione normale debole e moderata		Suoli con erosione forte		Suoli con erosione fortissima		Suoli in dissesto		Suoli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale		Suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione marina		TOTALI	
	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%	Ha.	%
di Pianura	71.146	24,45	26.558	9,13	—	—	2.178	0,75	3.596	1,23	430	0,15	103.908	35,71
di Collina	5.592	1,92	90.781	31,20	3.298	1,13	18.743	6,44	2.785	0,96	—	—	121.199	41,65
di Montagna	6.065	2,08	48.832	16,78	7.209	2,48	3.509	1,20	278	0,10	—	—	65.893	22,64
	82.803	28,45	166.171	57,11	10.507	3,61	24.430	8,39	6.659	2,29	430	0,15	291.000	100,00

Tabella n. 16

SUPERFICI INTERESSATE DALLE VARIE CLASSI DI EROSIONE DEL SUOLO
NEI COMUNI DI PIANURA DELLA PROVINCIA

C O M U N I	Suoli con erosione normale, debole e moderata Ha	Suoli con erosione forte Ha	Suoli con erosione fortissima Ha	Suoli in dissesto Ha	Suoli sog- getti alla erosione e alla sedi- mentazione fluviale Ha	Suoli sog- getti alla abrasione e alla sedi- mentazione marina Ha	T O T A L I Ha
Bellaria	—	1.662	—	—	100	68	1.830
Bertinoro	2.484	3.085	—	95	25	—	5.689
Cattolica	553	5	—	—	8	32	598
Cesena	15.526	7.352	—	1.397	675	—	24.950
Cesenatico	4.439	—	—	—	—	74	4.513
Coriano	627	3.453	—	371	230	—	4.681
Forlì	20.789	1.073	—	92	865	—	22.819
Forlimpopoli	2.387	10	—	—	50	—	2.447
Gambettola	753	—	—	—	—	—	753
Gatteo	1.407	—	—	—	—	8	1.415
Longiano	1.124	1.238	—	—	—	—	2.362
Misano Adriatico	1.034	1.096	—	—	83	30	2.243
Morciano di Romagna	213	208	—	—	120	—	541
Poggio Berni	465	435	—	70	210	—	1.180
Riccione	1.297	226	—	—	120	64	1.707
Rimini	9.152	3.639	—	98	385	145	13.419
S. Clemente	381	1.466	—	55	173	—	2.075
S. Giovanni in M.	1.301	736	—	—	87	—	2.124
S. Mauro Pascoli	1.674	—	—	—	55	6	1.735
Santarcangelo di R.	3.362	736	—	—	410	—	4.508
Savignano sul R.	2.178	138	—	—	—	3	2.319
	71.146	26.558	—	2.178	3.596	430	103.908

risulta che i suoli con erosione normale, debole o moderata sono concentrati in pianura (24,45 per cento del totale). I suoli con erosione forte tendono a concentrarsi nella collina (31,20 per cento del totale) e nella montagna (16,78 per cento del totale). I suoli con erosione fortissima caratterizzano la montagna (2,48% del

totale); mentre i suoli in dissesto dominano la collina (6,44% del totale). La caratterizzazione risulta ancora più netta se si sommano i suoli con erosione forte e in dissesto dei Comuni della pianura alla effettiva zona collinare di appartenenza.

Tabella n. 17

SUPERFICI INTERESSATE DALLE VARIE CLASSI DI EROSIONE DEL SUOLO NEI COMUNI DI
COLLINA DELLA PROVINCIA

C O M U N I	Suoli con erosione normale, debole e moderata Ha	Suoli con erosione forte Ha	Suoli con erosione fortissima Ha	Suoli in dissesto Ha	Suoli sog- getti alla erosione e alla sedi- mentazione fluviale Ha	Suoli sog- getti alla abrasione e alla sedi- mentazione marina Ha	T O T A L I Ha
<i>Comuni di Collina</i>							
Borghi	191	2.339	—	390	90	—	3.010
Castrocaro Terme e							
Terra del Sole	631	2.579	—	492	190	—	3.892
Civitella di R.	244	7.647	686	2.960	240	—	11.777
Dovadola	137	2.930	130	590	90	—	3.877
Galeata	412	5.234	464	10	180	—	6.300
Gemmano	15	1.457	—	368	80	—	1.920
Meldola	1.359	4.642	60	1.524	300	—	7.885
Mercato Saraceno	497	6.499	138	2.586	255	—	9.975
Modigliana	174	9.476	290	105	80	—	10.125
Mondaino	—	1.826	—	151	—	—	1.977
Montecolombo	99	913	—	127	50	—	1.189
Montefiore Conca	144	1.791	18	248	40	—	2.241
Monte Gridolfo	—	679	—	—	—	—	679
Montescudo	55	1.527	—	351	60	—	1.993
Montiano	203	727	—	—	—	—	930
Predappio	469	7.149	220	1.026	300	—	9.164
Rocca S. Casciano	100	4.530	190	110	90	—	5.020
Roncofreddo	89	4.395	18	655	15	—	5.172
Saludecio	8	3.375	—	19	—	—	3.402
Sarsina e Sorbano	116	8.089	854	946	80	—	10.085
Sogliano al Rubicone	46	5.008	—	5.288	130	—	10.472
Torriana	—	484	—	507	185	—	1.176
Tredozio	30	5.946	230	25	—	—	6.231
Verucchio	573	1.539	—	265	330	—	2.707
	5.592	90.781	3.298	18.743	2.785	—	121.199

Tabella n. 18

SUPERFICI INTERESSATE DALLE VARIE CLASSI DI EROSIONE DEL SUOLO
NEI COMUNI DI MONTAGNA DELLA PROVINCIA

Bagno di Romagna	2.873	17.068	1.830	1.412	150	—	23.333
Portico-S. Benedetto	—	5.457	385	207	8	—	6.057
Premilcuore	64	7.987	1.548	226	50	—	9.875
S. Sofia	1.461	11.271	1.818	240	70	—	14.860
Verghereto	1.667	7.049	1.628	1.424	—	—	11.768
	6.065	48.832	7.209	3.509	278	—	65.893

Fig. 30 - Disfacimento delle molasse glauconitiche nei pressi del M. Fumaiolo.

(foto Antoniazzi)



EROSIONE NEI VARI COMUNI

Nella tabella n. 16, 17 e 18 sono stati raggruppati rispettivamente i Comuni di pianura (0-100 metri), di collina (100-600 metri) e di montagna (oltre i 600 metri) in base alle zone altimetriche prevalenti. Si veda in proposito il lavoro di Antoniazzi e Proli (1966, p. 24). In ciascun Comune è indicata la superficie interessata da ciascuna classe di erosione.

Si noti che i suoli in dissesto sono parti-

colarmente diffusi nella parte collinare del Comune di Cesena e nei Comuni collinari di Civitella di Romagna, di Meldola, di Mercato Saraceno, di Predappio e di Sogliano al Rubicone.

Nei Comuni montani di Bagno di Romagna, di Premilcuore, di S. Sofia e di Verghereto assume grande importanza l'erosione fortissima, mentre solo a Bagno di Romagna e a Verghereto assume un rilievo effettivo il dissesto.

VIII. MODALITÀ DELL'INTERVENTO DELL'UOMO

Dopo aver esaminato le condizioni naturali, che hanno favorito l'erosione del suolo in conseguenza dell'intervento dell'uomo, e dopo aver cercato di stabilire quando la sua opera è divenuta significativa nel nostro territorio ai fini dell'erosione, vediamo ora quali sono le modalità più nocive di questo intervento.

Tra le principali attività dell'uomo, che hanno aperto le vie all'erosione del suolo, sono:

- il disboscamento e il dissodamento di pendici ripide;
- lo sfruttamento del ceduo e del pascolo;
- le caratteristiche della vegetazione coltivata e il prolungato sfruttamento del suolo;
- la pendenza, la disposizione e le dimensioni degli appezzamenti;
- le caratteristiche delle lavorazioni e delle sistemazioni;
- l'impovertimento del suolo;
- gli incendi;
- l'abbandono dei campi;
- le costruzioni imprudenti.

Di questi interventi dell'uomo alcuni hanno un significato storico ed oggi influiscono in minima parte; altri nascono proprio dalla nuova situazione dell'agricoltura collinare e montana, conseguente allo spopolamento e alla trasformazione economica e sociale in atto.

Disboscamento e dissodamento — Sul disboscamento e sul dissodamento delle pendici ripide è già stato detto. E' da osservare che la erosione non solo è conseguenza del disboscamento completo o della messa a coltura di pendici troppo ripide; ma anche dell'eccessivo sfruttamento del ceduo e dell'esagerato carico di greggi o di mandrie sul pascolo.

Sfruttamento del ceduo — Lo sfruttamento del ceduo è stato fortissimo fino a tempi recentissimi sia per provvedere legname da bruciare, sia per fabbricare carbone di legna (l'attività dei carbonai, come è già stato detto, è stata determinante nel disboscamento), sia per fornire di fascine i forni, sia per ottenere « pali » per le viti, sia come legname da lavoro.

Il massiccio abbandono di gran parte della collina e della montagna, assieme alla quasi completa rinuncia all'uso del carbone di legna e delle fascine, sostituite da mezzi più moderni e meno costosi, ha ridotto fortemente la degradazione del ceduo. Resta ancora lo sfruttamento per ottenere legna da ardere, che tuttavia è al margine di un'attività economica vera e propria.

Per ridurre l'erosione del suolo ed invertire la tendenza ancora in atto bisogna porre termine ai tagli di rapina per conservare e favorire lo sviluppo del suolo rimasto. Bisogna fare inoltre attenzione anche ad alcuni, pur lodevoli, tentativi di fare passare il ceduo a bosco di alto fusto, mediante diradamenti. In alcune zo-



Fig. 31 - Accumulo di blocchi calcarei nei pressi del M. Fumaiolo (alta valle Tiberina).

(foto Antoniazzi)

Fig. 32 - L'alta valle del Savio vista dal crinale appenninico presso il Passo la Rotta dei cavalli. Si noti l'estensione degli affioramenti di roccia nuda e la degradazione del bosco ceduo.

(foto Antoniazzi)



Fig. 33 - L'alta valle tiberina vista dal Poggio del Castagnolo. Sulla sinistra in fondo il monte Fumaiolo.

(foto Antoniazzi)

ne dell'alta collina e montagna si possono osservare infatti diradamenti eccessivi, su pendici ripidissime. Questi diradamenti vanno fatti gradualmente, altrimenti quando le piante, di cui si vuole favorire lo sviluppo, potranno proteggere il suolo con la propria chioma, questo sarà completamente asportato.

Per quanto concerne i rimboschimenti è opportuno, ai fini della conservazione del suolo, favorire lo sviluppo di piante adatte al clima della zona e alle particolarità morfologiche, topografiche, pedologiche e microclimatiche locali; in modo da generare boschi vitali e capaci di riprodursi. Il rimboschimento, o quanto meno l'inerbimento, dovrebbe essere tempestivo specie nei suoli ex agrari, che presentano ancora una certa ricchezza da conservare.

Sfruttamento dei pascoli — In alcune zone montane si verifica una notevole degradazione dei pascoli, a causa del calpestamento di un numero sproporzionato di animali e di un pascolo eccessivo.

Nei pascoli attorno al gruppo tabulare del Monte Fumaiolo, ad esempio, si possono osservare sia gli effetti del calpestamento, con la rottura della cotica erbosa, e il conseguente instaurarsi dell'erosione idrica e di massa; sia l'impoverimento della vegetazione, mediante la formazione di superfici nude o la diffusione di piante meno appetibili.

Vegetazione coltivata — Nel territorio collinare e montano della Provincia predominano nettamente il grano e le foraggere avvicendate (Sacchetti 1966, p. 92), seguite dalle foraggere permanenti. Le colture a cereali, come pure le arature, espongono particolarmente la superficie del suolo nel periodo della tarda estate e del primo autunno, proprio durante il periodo (maggio-estate-settembre), in cui si verificano con maggior frequenza le piogge di notevole intensità e breve durata ad alta capacità erosiva, e in cui si ha in generale il massimo di piovosità (autunno).

Appezamenti — L'erosione dipende, oltre che dalla pendenza dei suoli coltivati, anche dalla lunghezza delle pendici ed aumenta



Fig. 34 - Aspetto tipico della collina marnoso arenacea. Zona di Civitella.

(foto Antoniazzi)



Fig. 35 - Condizioni delle aree di affioramento della formazione marnoso arenacea dove la mano dell'uomo non ha distrutto i boschi. Valle dell'Acquacheta (F. Montone) presso S. Benedetto.

(foto Antoniazzi)



Fig. 36 - Condizioni delle aree di affioramento della formazione marnoso-arenacea in conseguenza dell'erosione idrica successiva al disboscamento e all'eccessivo sfruttamento del suolo. Zona di Pietrapazza (Alto corso del fiume Bidente-Ronco).

(foto Antoniazzi)

Fig. 37 - Estrema degradazione del ceduo ed erosione fortissima del suolo nella formazione marnoso-arenacea dell'alto Appennino forlivese.

(foto Antoniazzi)

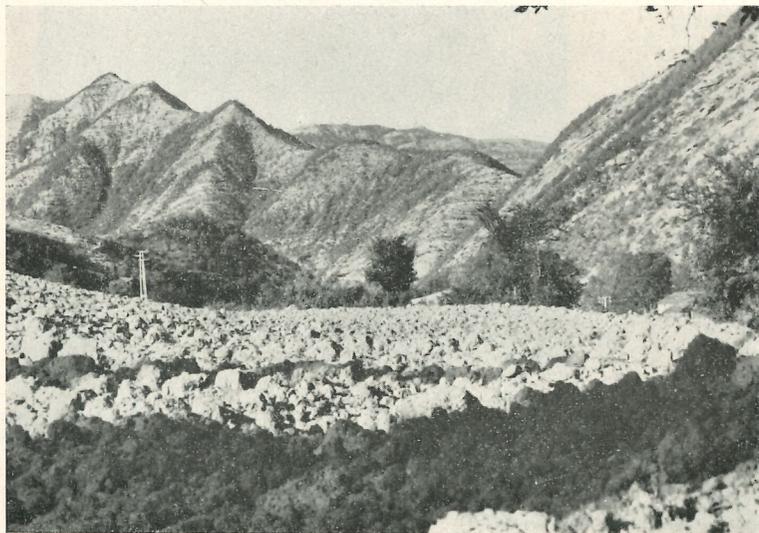
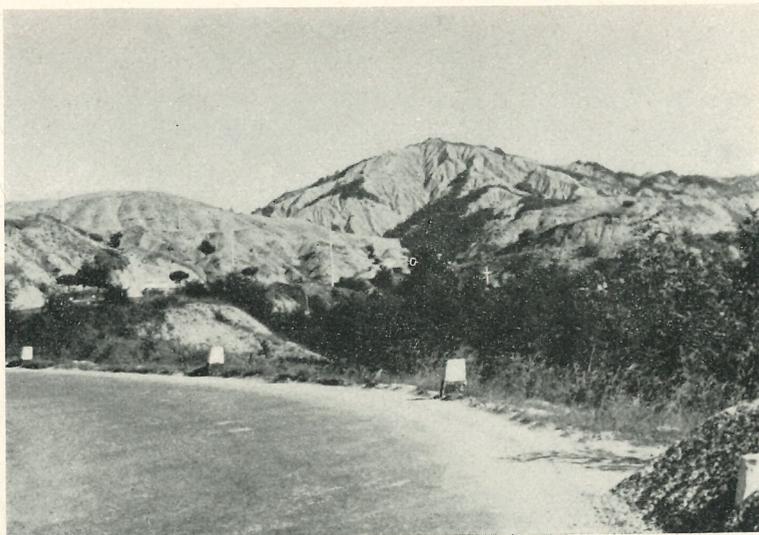


Fig. 38 - Erosione fortissima nell'alta valle del Bidente-Ronco. Affioramenti della formazione marnoso-arenacea tipica.

(foto Antoniazzi)

Fig. 39 - Erosione fortissima nell'alta valle del Savio. Affioramenti della formazione marnoso-arenacea in facies marnosa.

(foto Antoniazzi)



all'aumentare di queste. Così attualmente, in gran parte della collina e montagna, l'abbandono dei filari fa sì che l'erosione abbia maggior gioco, in quanto le colture si distribuiscono liberamente su vaste superfici in pendio. L'importanza di questa modifica tuttavia è mitigata dal fatto che spesso i filari si allineano lungo il pendio e non erano quindi di ostacolo all'erosione del suolo.

Sistemazioni — Le lavorazioni del suolo più diffuse nel territorio forlivese sono quelle a rittochino, specialmente in seguito alla introduzione della macchina nell'aratura. Esse sono frequenti in suoli con pendenze ben oltre il 5%, giudicato limite superiore al loro impiego prudente (Pantanelli 1962, p. 107). Anche nei suoli argillosi in notevole pendio, i vantaggi di questa pratica nel favorire lo smaltimento delle acque, e quindi nel prevenire gli smottamenti, vanno perduti a causa dell'erosione e dell'impoverimento del suolo.

Solo qua e là, e particolarmente nelle zone di bassa collina, si osservano sistemazioni conservative del suolo, con aratura e con disposizioni dei filari secondo le curve di livello.

Nelle zone montane si notano, in rovina, i resti di limitati terrazzamenti praticati nel passato. Queste opere, anche in notevoli pen-

dii, avevano un elevato potere protettivo. Oggi sistemazioni di questo tipo avrebbero un costo tale da rendere ogni coltura anti economica.

Impoverimento dei suoli — In gran parte del territorio si nota, in conseguenza di molteplici cause, l'impoverimento della sostanza organica. Questo espone maggiormente il suolo all'erosione e ne riduce fortemente la fertilità.

In questo senso l'abbandono di certe terre nelle zone collinari e montane rappresenta un fatto positivo in quanto serve a dare respiro al suolo, consentendogli di ricostituire la fertilità. In ogni caso sarebbe da favorire e da assecondare lo sviluppo della vegetazione spontanea.

Incendi — La pratica dell'incendio nei campi abbandonati e nelle pendici più povere è purtroppo assai diffusa. Chi la pratica fornisce varie giustificazioni; ma resta fondamentale il fatto che con l'incendio viene eliminata la protezione vegetale del suolo e viene distrutta, in gran parte, la sostanza organica, che lo arricchirebbe. La superficie inoltre resta esposta agli agenti atmosferici e all'azione dell'acqua cadente, dilavante ed incanalata.



Fig. 40 - Calanchi nelle argille plioceniche presso Castrocaro.

(da Zangheri 1961).



Fig. 41 - Calanco nelle argille scagliose ad ovest di S. Sofia.

(foto Antoniazzi)

Le conseguenze di questa pratica sono gravissime in quelle pendici, già coltivate, ove si può osservare la spontanea tendenza del bosco naturale a ricostruirsi. In questi campi abbandonati, dove le prime esili piantine rivelano questa tendenza l'incendio distrugge ogni cosa.

Non si tiene in alcun conto il fatto che questa ricostruzione spontanea è una fortuna quando « il bosco naturale climaxico di Quercia non pare si ricostruisca naturalmente su molte delle pendici che erano boschite nel passato e oggi sono abbandonate e incolte » (Zangheri

Fig. 42 - I calanchi in cattura provocano frequenti interruzioni nella viabilità.

(foto Antoniazzi)



Fig. 43 - Erosione forte, fortissima e dissesti nella valle del torrente Voltre, affluente di destra del fiume Ronco.

(foto Antoniazzi)

Fig. 44 - Scollamenti del suolo nella zona di Dovadola.

(foto Antoniazzi)



Fig. 45 - Smottamenti e colate di fango negli affioramenti delle argille scagliose dell'alta valle del fiume Marecchia.

(foto Antoniazzi)



Fig. 46 - Smottamenti nella bassa collina riccione. Affioramenti di rocce argillose.

(foto Antoniazzi)

1961, p. 213). In zone poi dell'alta montagna, ove il vincolo potrebbe essere rigorosa, è facile osservare la distruzione delle piantine spontanee ad opera di rare greggi abbandonate a se stesse.

Abbandono dei campi — In certe terre lo abbandono delle pratiche agricole assume un significato fortemente negativo nei confronti dell'erosione.

Specialmente nelle plaghe argillose la rinuncia ad ogni regolazione del deflusso delle acque apre la via a fenomeni erosivi notevoli.

Frequentemente basta l'acqua incontrollata delle gronde a provocare la distruzione della casa colonica abbandonata. A volte sono sufficienti piccole ostruzioni nei fossi per generare ristagni e smottamenti. L'abbandono di piccoli sentieri è sufficiente infine per aprire la via

Fig. 47 - Colata di fango in zona calanchiva. Rio del Giallo (Fiume Montone).

(foto Antoniazzi)

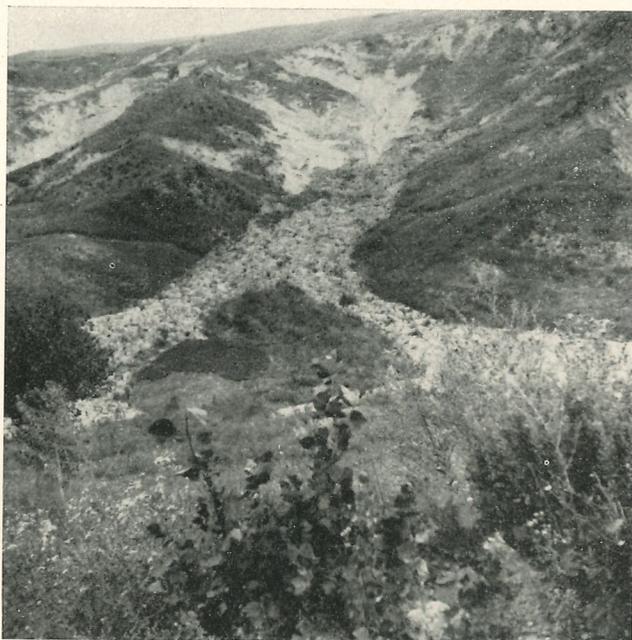


Fig. 48 - Colate di fango e smottamenti nelle argille della valle del torrente Borello (F. Savio).

(foto Antoniazzi)

a fossi, che tendono progressivamente ad approfondirsi e ad ampliarsi.

Conseguentemente all'abbandono della coltura, nella maggior parte del territorio si passerebbe senz'altro ad una condizione di minore erosione, se la vegetazione spontanea non venisse disturbata o fosse addirittura favorita; in altre invece l'abbandono apre la via ad un approfondirsi del dissesto e solo alla fine di un lungo ciclo la natura, abbandonata a se stessa, potrebbe forse ricostituire una situazione

equilibrata. A questo secondo tipo appartengono, oltre che gran parte dei suoli su argille e marne, anche molti dei suoli ad erosione fortissima affioranti nel territorio.

Costruzioni — Non è infrequente osservare nelle zone collinari e montane l'inizio della rapida erosione di interi pendii e la messa in movimento di notevoli frane, in conseguenza di lavori stradali, praticati senza le dovute cautele.



IX. STIMA DELL'EROSIONE COMPLESSIVA

DATI DI BASE

Come è già stato ripetutamente fatto rilevare mancano dati sperimentali sulle quantità di materiali asportati nelle varie classi di erosione del suolo e sull'incidenza di ciascun fattore nell'erosione complessiva.

Gli unici dati sui materiali asportati dal territorio provinciale si riferiscono alla Valle del Savio. Per l'alto bacino di questo fiume vi sono le notizie sull'interrimento del Lago di Quarto; i cui valori, almeno per i primi otto anni (1925-1933), quando non vi furono cacciate d'acqua nè di superficie, nè di fondo, possono dare una indicazione sull'asportazione complessiva di materiali (trasporto in sospensione e sul fondo) del bacino imbrifero. Nel medio bacino del Savio, a Mercato Saraceno, è stata effettuata una rilevazione quadriennale (1933-1936) delle portate torbide. Dal 1950 questa misurazione è in atto alla chiusura del bacino montano e precisamente a S. Vittore.

Il bacino imbrifero del lago di Quarto è di 215 chilometri quadrati. Nei primi otto anni il lago ha subito un interrimento annuo medio di 1416 mc per ogni Km² del bacino, negli anni successivi l'interrimento si è notevolmente ridotto a causa delle sistematiche cacciate d'acqua attraverso i dispositivi di scarico. Nel bacino imbrifero del lago di Quarto si presentano affioramenti della formazione

marnoso-arenacea, di rocce marnose, delle argille scagliose, di calcari e di rocce tipo macigno: un vero campionario delle rocce affioranti nel territorio provinciale.

A Mercato Saraceno è stata registrata una torbidità media annua pari a 1100 mc/Km². Il bacino imbrifero interessato è in questo caso di 361 Km². Questo dato torbidometrico, frutto di una media quadriennale, è stato ridotto a 1000 mc/Km² dal calcolo del valore probabile di torbidità annua nel periodo incluso fra il 1921 e il 1955.

A S. Vittore l'area del bacino imbrifero è di 597 Km². Dall'esame dei dati medi del periodo 1950-1964 risulta una torbidità media annua di 692 mc/Km². Il valore probabile di torbidità annua nel periodo incluso tra il 1921 e il 1955 è stato valutato in 750 mc/Km².

I dati esposti, salvo quello riguardante la torbidità media annua di S. Vittore, sono stati desunti dal lavoro di G. Bassi, F. Bernardini, G. Puppini, G. Sacerdoti (1959, pp. 76-80). In questo studio è inoltre riportata, nella tavola n. 11, una «carta dell'entità dell'ablazione totale nel territorio emiliano-romagnolo» tra il bacino del fiume Reno e quello del fiume Conca. In questa carta figurano cinque classi di quantità di materiali asportati stabilite sulla base dei valori medi annui presuntivi, ottenuti elaborando dati rilevati dal Servizio Idrografico nell'intero territorio.

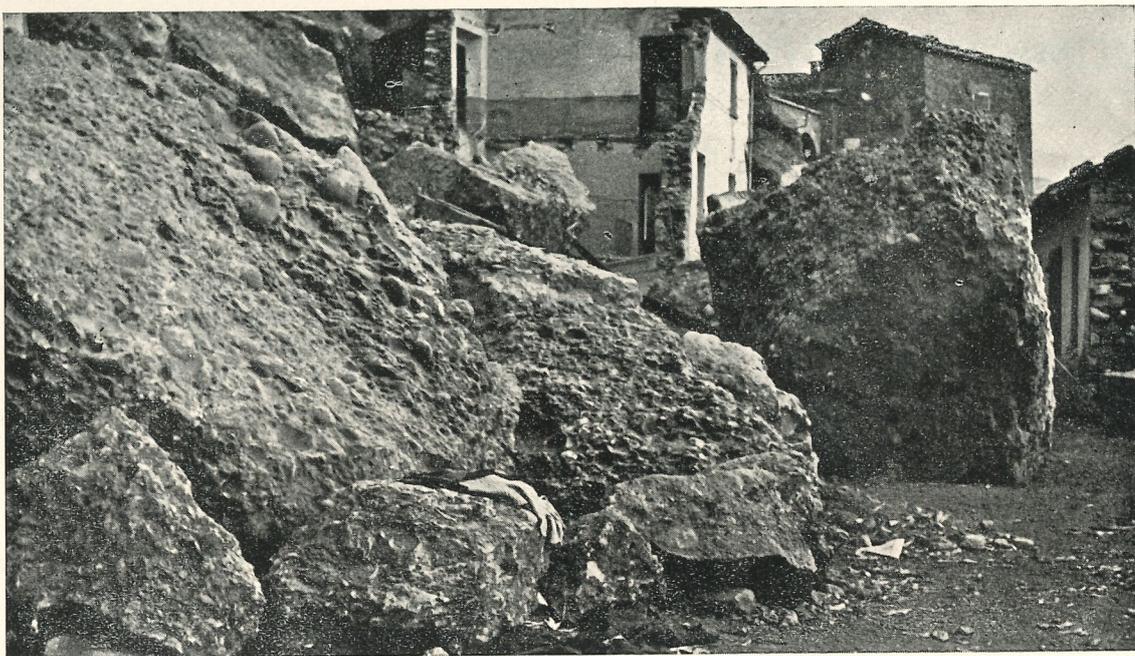


Fig. 49 - Frana nel conglomerato di Cusercoli.

(da Zangheri 1961).

Le classi di quantità presuntive di materiali asportati sono le seguenti:

- A) $200 \div 800$ mc/Kmq
- B) $700 \div 1200$ mc/Kmq
- C) $800 \div 1500$ mc/Kmq
- D) $2000 \div 15000$ mc/Kmq
- E) $1500 \div 6000$ mc/Kmq

Le classi A e C interessano gli ambienti geomorfologici caratterizzati dalla presenza di rocce flyschoidi. Nel territorio forlivese ambienti di questo tipo figurano quasi esclusivamente nei luoghi di affioramento della formazione marnoso-arenacea.

La classe B riguarda le zone di affioramento di calcari variamente marnosi. Nel forlivese questa classe è tuttavia attribuita anche ad una notevole fascia alto-collinare dove si presenta la formazione marnoso-arenacea tipica.

La classe D è riferita agli ambienti geomorfologici caratterizzati dall'affioramento di rocce argillose o marnoso-argillose.

La classe E infine interessa le aree in cui si presentano le argille scagliose.

Nel definire le classi delle quantità presuntive di materiali asportati, gli Autori hanno tenuto conto anche delle caratteristiche del manto vegetale. Infatti la classe A è caratterizzata da una notevole diffusione del bosco d'alto fusto; la classe B da una discreta presenza del bosco ceduo; la classe C da una scarsa diffusione del bosco ceduo; la classe D da una quasi assoluta mancanza di bosco e da colture prevalentemente arative; la classe E dall'assenza di colture.

La distribuzione prevalente delle classi delle quantità presuntive di materiali asportati lungo le aste fluviali è stata infine così definita: la classe A figura nelle parti alte dei bacini imbriferi; quella B nelle parti medie e alte dei bacini imbriferi; quelle C infine nelle parti medie e basse dei bacini imbriferi. La pianura risulta esente da fenomeni erosivi.



Fig. 50 - Smottamenti e frane nelle rocce argillose della valle del Borello, affluente di sinistra del fiume Savio.

(foto Antoniazzi)



Fig. 51 - Erosione e dissesto nella zona del passo del Carnaio.

(foto Antoniazzi)



Fig. 52 - Frana nelle molasse. Zona del torrente Voltre (F. Bidente-Ronco).

(foto Antoniazzi)

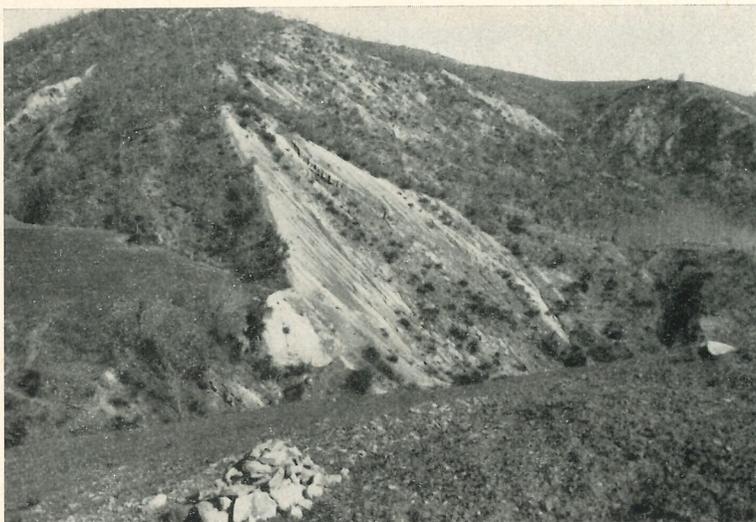


Fig. 53 - Erosione forte e fortissima e fenomeni franosi nella alta valle del Montone. Affioramenti della formazione marnoso-arenacea.

(foto Antoniazzi)

VALUTAZIONE DELL'EROSIONE

Gli elementi forniti dal lavoro esposto hanno incoraggiato il presente tentativo di stimare l'asportazione annua complessiva di materiali dal territorio della Provincia di Forlì e la sua importanza nelle varie classi di erosione del suolo definite dal presente studio. A tale fine è stata costruita una carta in scala 1:100.000, di cui si può osservare una riduzione schematica nella figura n. 57, con i criteri indicati dagli Autori, ma con alcune integrazioni e semplificazioni. Le integrazioni principali sono quelle dovute ad una più complessa e articolata considerazione degli affioramenti litologici ed alla riduzione della fascia appartenente alla classe A alla zona del più alto Appennino, in cui effettivamente la formazione marnoso-arenacea è coperta in prevalenza da bosco d'alto fusto. Le semplificazioni principali sono quelle apportate riducendo da cinque a tre classi delle quantità presuntive di materiali asportati. Infatti le classi B e C sono state fuse in una sola, a differenza di quanto figura nella carta fornita dagli Autori, data l'uniformità dell'affioramento della formazione marnoso-arenacea nelle zone da esse contraddistinte. Anche le classi D e E sono state fuse dato il notevole valore della erosione e certe

affinità litologiche che le contraddistinguono.

Nella carta delle quantità presuntive di materiali asportati dal territorio della Provincia di Forlì così costruita figurano le seguenti classi di materiali asportati:

- a) 200 ÷ 800 mc/Kmq,
- b) 700 ÷ 1.500 mc/Kmq,
- c) 1.500 ÷ 15.000 mc/Kmq.

La valutazione di questa carta ha indicato che nella Provincia le tre classi di materiali asportati riguardano le seguenti superfici:

— classe a	Kmq	178
— classe b	Kmq	1.208
— classe c	Kmq	773

Per facilitare i confronti anche la carta dell'erosione del suolo in scala 1:100.000 è stata semplificata, riducendo a tre le classi rappresentate. Esse sono:

- 1) erosione del suolo debole, in cui sono raccolti tutti i suoli con erosione normale, debole e moderata (esclusa la pianura);
- 2) erosione del suolo forte, corrispondente all'identica classe della carta dell'erosione del suolo;

Fig. 54 - Dissesti nelle argille scagliose di Verghereto.

(foto Antoniazzi)

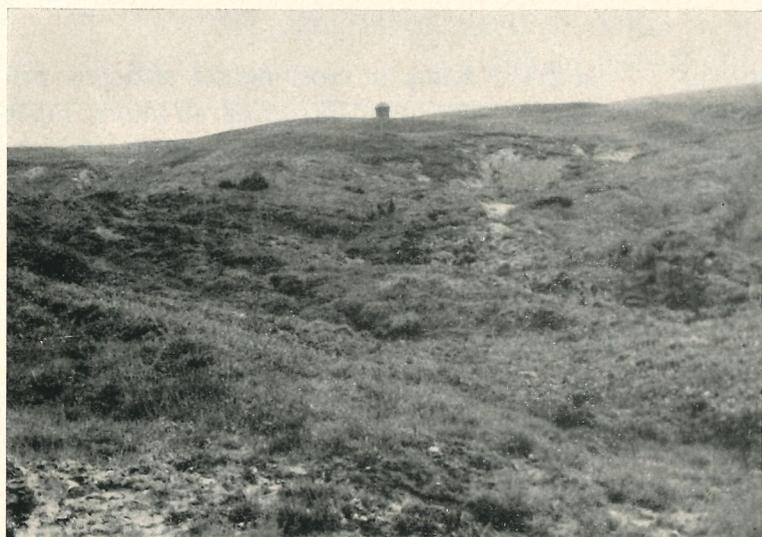


Fig. 55 - Smottamenti nelle argille scagliose (Valle del Bidente).

(foto Antoniazzi)

Fig. 56 - Frana in blocco nella formazione marnoso-arenacea presso Bagno di Romagna.

(foto Antoniazzi)



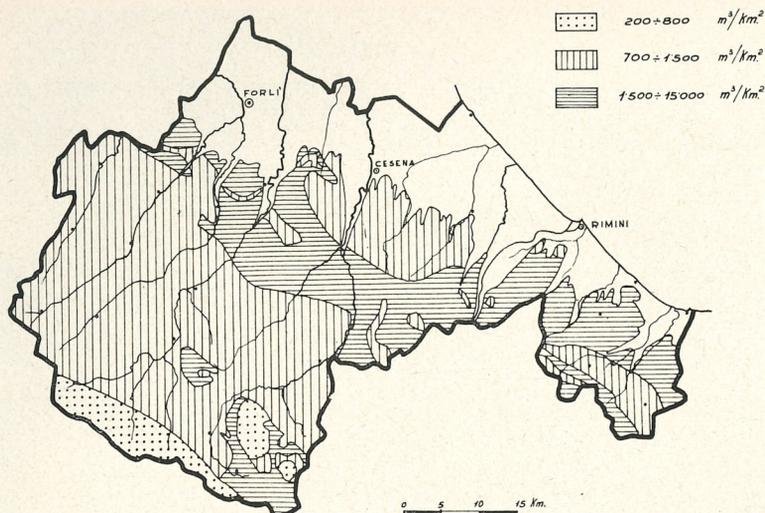


Fig. 57 - Carta della quantità presuntive di materiali asportati dal territorio della Provincia di Forlì

3) erosione del suolo fortissima, in cui sono riuniti i suoli con erosione fortissima, quelli in dissesto e quelli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale (esclusa la pianura).

Nel territorio provinciale queste tre classi di erosione del suolo interessano le seguenti superfici:

— erosione del suolo debole	kmq	117
— erosione del suolo forte	kmq	1.662
— erosione del suolo fortissima	kmq	380

Il confronto tra la carta delle quantità di materiali asportati e quella dell'erosione del suolo così semplificata ha consentito di realizzare la tabella n. 19, in cui il territorio appartenente alle tre classi di erosione del suolo è suddiviso secondo la varia dominanza delle diverse classi presuntive di materiali asportati. Infatti ad una stessa classe di erosione del suolo possono appartenere superfici in diverse condizioni pedologiche, geomorfologiche, altimetriche, di copertura vegetale ecc., soggette quindi ad una differente asportazione di materiali.

Nella tabella n. 20 è riportata una stima delle quantità annue di materiali asportati dal territorio della Provincia di Forlì. Risulta che

nei 2.159 Km². in erosione del territorio provinciale, corrispondenti circa all'intera superficie collinare e montana, vi è un'asportazione media complessiva di 2.211.150 mc di materiale all'anno, pari a 1.024 mc/Kmq e a 2.765 tonn/Kmq ⁽⁷⁾.

Il valore medio di 1.024 mc/Kmq annui così ottenuto è superiore ai 750 mc/Kmq annui considerati come valore minimo da Zangheri (1961, p. 39). È tuttavia inferiore ai 1.416 mc/Kmq osservati nei primi otto anni di interrimento del lago di Quarto.

La stima è stata condotta mediante un uso prudenziale dei valori delle quantità di materiali asportati indicati dagli Autori. Si osservino i coefficienti adottati nelle varie classi ⁽⁸⁾.

Per quanto concerne le varie classi di erosione del suolo si può osservare che l'erosione debole concorre solo all'1% della asportazione totale di materiali del suolo provinciale; mentre quella forte al 70% e quella fortissima al 29%.

⁽⁷⁾ Si adotta il valore di 2,7 tonnellate al metro cubo di materiale asportato considerandolo essiccato a 110° C.

⁽⁸⁾ Un uso così cauto dei valori indicati è giustificato dalla osservazione che i valori rilevanti dall'asportazione di materiali in ciascuna classe rappresentano solo casi limite e per questa ragione sono caratteristici di piccoli bacini o di superfici limitate in gravissimo dissesto.

Tabella n. 19

RIPARTIZIONE DELLE SUPERFICI IN EROSIONE SECONDO LE QUANTITA' PRESUNTIVE DI MATERIALI ASPORTATI.

Classi di erosione del suolo	Kmq. di territorio con asportazione di mc/Kmq.			Totale mq.
	200 ÷ 800	700 ÷ 1500	1500 ÷ 15000	
Debole	117	—	—	117
Forte	61	1.095	506	1.662
Fortissima	—	113	267	380
Total	178	1.208	773	2.159

Tabella n. 20

STIMA DELL'ASPORTAZIONE ANNUA DI MATERIALI DAL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI FORLÌ.

Classi di erosione del suolo	Materiali asportati						Totali	
	Unitar. mc/Kmq.	Compl. mc	Unit. mc/Kmq	Compl. mc	Unit. mc/Kmq	Compl. mc	mc	%
Debole	200	23.400	—	—	—	—	23.400	1
Forte	250	15.250	700	766.500	1.500	759.000	1.540.750	70
Fortissima	—	—	1.000	113.000	2.000	534.000	647.000	29
Totale materiali asportati in media all'anno			mc.	2.211.150				
Materiali asportati in media			mc/Kmq.	1.024				

EROSIONE NORMALE

Dopo aver tentato una stima delle quantità di materiali attualmente asportati dal territorio della Provincia è parso interessante cercare di ottenere un valore corrispondente per il periodo precedente l'inizio dell'agricoltura, per comparare l'originaria e presumibile erosione normale con l'erosione accelerata in atto.

Nelle condizioni di vegetazione spontanea in situazione climax l'intero territorio ricadente nella classe presuntiva di quantità di materiali asportati da 700 ÷ 1.500 mc/Kmq passerebbe a quella da 200 ÷ 800 mc/Kmq. In-

fatti la demarcazione tra queste due classi di erosione è determinata dal disboscamento, dalla degradazione del ceduo e dalle pratiche agricole, piuttosto che da differenze geomorfologiche. Un manto boschivo completo, analogamente a quanto si può osservare in zone ancora oggi in tali condizioni (ad esempio: nella foresta della Lama), mantiene l'erosione, anche in pendici piuttosto ripide, entro valori assai limitati. Date le condizioni spontanee della vegetazione pare dunque legittimo assumere nell'intera zona come quantità media annua di materiali asportati quella di 200 mc/Kmq.

Tabella n. 21

STIMA DELL'ASPORTAZIONE ANNUA DI MATERIALI DAL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI FORLÌ NEL PERIODO IMMEDIATAMENTE PRECEDENTE L'INIZIO DELL'AGRICOLTURA

Classi di erosione del suolo	Kmq con asportaz. di mc/Kmq.		Materiali asportati				T o t a l e	
	200 ÷ 400	300 ÷ 600	Unit. mc/Kmq	Compl. mc	Unit. mc/Kmq	Compl. mc	mc	%
Debole	1.247	696	200	249.400	300	208.800	458.200	82
Forte	139	77	400	55.600	600	46.200	101.800	18
Totale materiali asportati in media all'anno			mc.		560.000			
Materiali asportati in media			mc/Kmq.		259			

Meno facile è stabilire un valore di erosione normale per le zone con affioramenti argillosi o marnoso-argillosi e ad argille scagliose. Bisognerebbe sapere, tra l'altro, quanto di questo territorio era coperto da bosco e quanto da piante erbacee o arbustive. Tuttavia la protezione offerta da un mantello vegetale spontaneo e il presumibile sviluppo di suoli maturi permettono di ammettere in queste aree una asportazione di materiali notevolmente inferiore alla minima attuale. A titolo di stima si può assumere come valore base presuntivo quello di 300 mc/Kmq annui di materiali asportati, pari ad 1/5 della quantità media annua asportata attualmente. Questo valore pare assai prudentiale in quanto, secondo le osservazioni compiute nel Nord America, terreni di uno stesso tipo e con la stessa pendenza hanno rivelato differenze molto maggiori nelle quantità di materiali asportati a seconda se sfruttati con colture non protettive del suolo o se ricoperti da piante spontanee.

Per dare un limite superiore a ciascuna di queste classi si assume come valore massimo il doppio della grandezza presa come base. Questa asportazione superiore di materiali viene attribuita al 10% del territorio in esame. Anche attualmente l'erosione più intensa colpisce una superficie circa della stessa estensione.

Si ottengono così i dati che figurano nella tabella n. 21, dove le classi di erosione del suolo sono due: quella debole e quella forte; ed anche le classi delle quantità di materiali asportati sono due: quelle di 200 ÷ 400 mc/Kmq e quella di 300 ÷ 600 mc/Kmq.

Su questa base l'asportazione complessiva nei 2.159 Kmq del territorio provinciale considerati risulterebbe, nel periodo immediatamente precedente l'inizio dell'agricoltura, di 560.000 mc di materiale all'anno, pari ad una erosione media annua di 259 mc/Kmq, uguale a 617 tonn/Kmq. Di questo valore ben l'82% sarebbe dovuto all'erosione normale, mentre il rimanente 18% sarebbe legato alla erosione forte.

Un calcolo più prudentiale ancora può essere fatto assegnando all'intero territorio in erosione una asportazione media di materiali pari a 200 mc/Kmq. L'erosione normale complessiva risulterebbe così di 431.800 mc all'anno.

In base a queste stime l'erosione complessiva annua del territorio sarebbe oggi da quattro a cinque volte superiore a quella che lo interessava nel periodo immediatamente precedente l'inizio dell'agricoltura, cioè non più addietro di 3.000 o 4.000 anni fa.

RIASSUNTO

Nel presente lavoro è stata presa in esame la situazione del territorio della Provincia di Forlì nei confronti dell'erosione del suolo. E' stata realizzata una carta dell'erosione del suolo in scala 1:100.000 e il territorio è stato ripartito in varie classi di erosione. Di ciascuna di esse è stata data una descrizione dettagliata ed è stata valutata la estensione quantitativa sul totale del territorio. Sono state inol-

tre esaminate, per quanto possibile, le cause del fenomeno, prendendo in considerazione la morfologia, la litologia, il suolo, la vegetazione e il clima del territorio, come pure l'azione determinante dell'uomo e le modalità e i tempi del suo intervento. E' stata infine tenuta una stima dell'asportazione annua di materiali dal territorio della Provincia.

BIBLIOGRAFIA

- ALBANI D. — Ambiente geografico: le condizioni climatiche. In « Conoscenza della situazione di fatto per lo studio del piano regionale dell'Emilia e Romagna ». Ministero Lavori Pubblici, Bologna 1959.
- ALMACIÀ R. — Studi geografici sopra le frane in Italia. Vol. I: L'Appennino Settentrionale e il Preappennino Tosco-Romano. In « Memorie Soc. Geogr. Ital. », 1907.
- Nuovi studi sulle frane e fenomeni affini in Italia. In « Boll. Soc. Geogr. Ital. », ser. 4a, 1908.
- Note ad un abbozzo di carta della distribuzione delle frane nella penisola italiana. In « Mem. Sc. Tec. Acc. Lincei, Publ. Com. Ital. studio grandi calamità », 2, 1931.
- ANTONIAZZI A. — Rilevamento geologico della zona tra Bagno di Romagna e Casteldelci con riferimento alle applicazioni pratiche della geologia. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1963.
- I caratteri litologici della Provincia e la carta dell'idoneità dei terreni alla realizzazione dei laghetti collinari. In « Possibilità di sviluppo dei laghetti collinari in Provincia di Forlì », Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1964.
- Un programma di studi sullo stato attuale del suolo nella Provincia di Forlì e sugli indirizzi della sua utilizzazione futura. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1965.
- L'utilizzazione del suolo nella Provincia di Forlì, con una carta in scala 1:100.000. In « Bollettino Mensile », Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1966.
- L'erosione marina nel litorale Forlivese. In « Bollettino Mensile » Camera di Commercio, Industria, Agricoltura e Artigianato - Forlì, nn. 6 e 7 del 1967.
- ANTONIAZZI A., PROLI V. — Le piogge e il laghetto collinare. In « Possibilità di sviluppo dei laghetti collinari in Provincia di Forlì », Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1964.
- Lineamenti climatici della Provincia di Forlì. In « Bollettino mensile », Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1966.
- Pendenze superficiali e zone altimetriche nella Provincia di Forlì, con una carta delle pendenze superficiali in scala 1:100.000 e una carta delle esposizioni dominanti in scala 1:400.000. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1966.
- ANTONIETTI A., VANZETTI C. — Carta dell'utilizzazione del suolo d'Italia. Istituto Nazionale Economia Agraria, Feltrinelli, Milano 1961.
- AZZI G. — I fenomeni di erosione nelle argille azzurre del Pliocene nel bacino del Santerno. In « Boll. Soc. Geogr. Ital. », 49, 1912.
- Climatologia e forme del rilievo. In « Boll. Soc. Geol. Ital. », 32, 1913.
- Rappresentazione del rilievo mediante le curve di iso-erosione. In « Natura », 4, 1913.
- La formazione e distribuzione dei calanchi nelle argille turchine. In « Boll. Soc. Geol. Ital. », 32, 1913.
- Geografia teorica. Patron, Bologna 1961.
- ALFANI A. — La difesa del suolo negli Stati Uniti di America. Istituto agronomico per l'Africa italiana, Firenze 1939.
- BALDACCINI P. — Pedogenesi e difesa del suolo nel Mugello occidentale (Firenze). In « Annali Acc. Ital. Sc. Forestali », 11, 1962.
- BASSI G., BERNARDINI F., PUPPINI G., SACERDOTI G. — Coordinamento tra le opere idrauliche di pianura e la bonifica montana. Supplemento al Bollettino « La Bonifica Integrale », 1959.

- BERTONI G. — Memoria sul lago di Quarto nella Legazione di Forlì. Roma, 1845.
- BIROT P. — Les methodes de la Morphologie. Presses Universitaires de France, Paris 1955.
- BORCHI G. — Le spiagge romagnole da Cervia a punta Gabicce. In « Ricerche sulle variazioni di spiagge italiane », C.N.R. 1938.
- BUCCIANTE M. — Sulla distribuzione geografica dei calanchi in Italia. In « L'Universo », 3, 1922.
- BULI U. — Studio sulle variazioni della linea di spiaggia del litorale riminese. In « Giornale di Geologia », ser. 2, 11, 1936.
- — Generalità geografico-fisiche sui bacini idrografici della Romagna. In « Studi geografici in onore di A. R. Toniolo », Milano 1952.
- — I fenomeni di erosione nella valle del Savio. In « La valle del Savio », Quad. 8 dell'Ispett. Forest. Emilia-Romagna, Forlì 1954.
- Carta forestale d'Italia alla scala 1:100.000. Fogli interessanti la Provincia di Forlì.
- Carta dell'utilizzazione del suolo d'Italia in scala 1:200.000. Consiglio Nazionale delle ricerche, fogli riguardanti la Provincia di Forlì.
- COTECCHIA V. — L'erosione dei terreni e delle rocce sciolte. Aspetti fisici pedologici e geomorfologici. In « Annali facoltà di Agraria », 13, Bari, 1959.
- DE NARDO A. — Presupposti fondamentali per una stabile e duratura economia montana e collinare in Provincia di Forlì. In « Bollettino Mensile ». Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1960.
- DEL NOCE G. — Trattato storico scientifico ed economico delle macchie e foreste del Granducato toscano Firenze 1851.
- DESIO A. — Geologia applicata all'ingegneria. Hoepli, Milano 1959.
- DOUCHAUFOUR Ph. — Précis de pedologie. Paris, Masson 1960.
- FURON R. — L'erosion du sol. Payot, Paris 1947.
- GAMBI L. — I laghi di frana dell'Appennino romagnolo. In « Boll. Soc. Geol. Ital. » 1948.
- — L'insediamento umano nella regione della bonifica romagnola. C.N.R. Centro studi per la Geografia antropica, 1948.
- GAZZOLO T. — Il grado di erosibilità dei terreni e il trasporto solido nei bacini della regione emiliano-romagnola e marchigiana. In « Giornale del Genio Civile », 1960.
- — L'interrimento del lago di Quarto sul Savio. In « L'Energia elettrica », 1960.
- GHERARDI D. — La frana di Cusercoli. In « L'Universo », 19, 1938.
- GIAMBETTI S., BASSI G. — Le risorse idriche nella regione emiliano-romagnola dal Reno al Conca. In « Annali Acc. Naz. Agricoltura », ser. 3, 3, 1964.
- GIOVAGNOTTI C. — La morte del suolo: aspetti dell'erosione in pedologia. In « Atti del XVIII Congresso Geografico Italiano » Trieste, 1962
- GORTANI M. — Compendio di Geologia per naturalisti e ingegneri (Geodinamica esterna): Udine, Del Bianco 1948.
- — La difesa del suolo in montagna. Relaz. Com. Agric., Roma 1952.
- MANCINI F. — Ricerche sull'erosione in Germania. In « La Ricerca Scientifica », 1959.
- — Carta dei suoli d'Italia (scala 1:1.500.000). In « Agricoltura », Roma 1960.
- MONTANARI G. — Notizie sul trascinarsi di materiale solido in alcuni torrenti montani dello Appennino emiliano-romagnolo. In « Annali Lavori pubblici », 77, 1939.
- — Cenno sui movimenti franosi nell'Appennino emiliano-romagnolo. In « Annali Lavori Pubblici », 78, 1940.
- — Movimenti franosi nell'Appennino romagnolo. In « Annali Lavori Pubblici », 80, 1942.
- MORANDINI G. — Aspetti e riflessi geografici dell'erosione del suolo in Italia. In « Atti del XVIII Congresso Geografico Italiano », Trieste 1962.
- MORI A. — Il clima. In « L'Italia fisica », Touring Club Italiano, 1957.
- FOURNIER F. — Climat et erosion. Presses Universitaires de France, Vendome 1960.
- NICCOLI E. — La frana di Mondaino. In « Boll. R. Comit. Geol. », 14, 1883.
- — La frana di Perticara. In « Boll. R. Comit. Geol. », 16; 1885.
- — La frana di S. Paola (Circondario di Cesena). In « Boll. R. Comit. Geol. », 22, 1891.
- PASSERINI G. — Le basi scientifiche della difesa del suolo. In « Monti e boschi », 1950.
- — Influenza della immersione degli strati e influenza dell'orientamento dei versanti sulla degradazione delle argille plioceniche. In « Boll. Soc. Geol. Ital. », 1937.
- — Ricerche ed esperienze per la difesa del suolo. In « Annali Ist. Sper. studio e difesa del suolo », 1957.
- — Per la difesa del suolo. In « Agricoltura toscana », Firenze 1946.
- PASSERINI P. — Osservazioni sui terreni alloctoni dell'alta valle del Savio. In « Boll. Soc. Geol. Ital. », 1958.
- PÉCUEY Ch. P. — Précis de Climatologie. Masson, Paris 1961.
- PELLIZER R. — Ambiente geografico: costituzione geolitologica. In « Conoscenza della situazione

- di fatto per lo studio del piano regionale della Emilia e Romagna » Ministero Lavori Pubblici, Bologna 1959.
- PINNA M. — Lo studio del trasporto solido nei corsi d'acqua nel quadro delle ricerche dell'erosione del suolo. In *Atti del XVIII Congresso Geografico Italiano*, Trieste, 1962.
- PRINCIPI P. — Relazione al rilevamento geologico del quadrante al 50.000 « Mercato Saraceno » del foglio 108 della Carta d'Italia. In « *Boll. R. Uff. Geol. d'Italia* », 1936.
- — Foglio 108 (Mercato Saraceno) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Ufficio Geologico, Roma 1939.
- — Geopedologia. REDA, Roma 1953.
- RICCI F. — Effetti di degradazione meteorica sul monte Arsiccio presso Premilcuore. In « *Atti Soc. Tosc. Sc. Natur.* » 8, 1892.
- RINALDI G. — I movimenti franosi in Italia. Consiglio Superiore dei LL.PP. e Direzione Generale dell'A.N.A.S., 1965.
- ROSETTI E. — La Romagna. Geografia e storia. Hoepli, Milano 1894.
- ROSSETTI M. — L'idrologia del bacino del F. Savio e l'interrimento del serbatoio artificiale di Quarto. Parma 1957.
- ROVERI E. — Sul ciclo di erosione rinnovatosi lungo i corsi d'acqua dell'Appennino emiliano. In « *Boll. Soc. Geol. Ital.* », 84, 1965.
- SACCHETTI D. — Il valore della produzione vendibile nei Comuni e nelle regioni agrarie ed i problemi dell'agricoltura nella Provincia di Forlì. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1962.
- — Condizioni economiche e tendenze di sviluppo della Provincia di Forlì. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì, 1965.
- SACCO F. — L'Appennino della Romagna. In « *Boll. Soc. Geol. Ital.* », 18, 1899.
- — L'Appennino settentrionale e centrale. Studio geologico sintetico. Torino 1904.
- — Fogli 99 (Faenza), 100 e 101 (Forlì e Rimini), 107 (Monte Falterona) della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:100.000. Ufficio Geologico, Roma 1932-'40.
- SACCO F., BONARELLI G. — Foglio 109 (Pesaro) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 mila. Ufficio Geologico, Roma 1935.
- SANESI G. — Osservazioni sulle caratteristiche e la evoluzione dei suoli della foresta di Campigna (Forlì). Relazioni con la vegetazione forestale. In « *Annali Acc. It. Scienze Forestali* », Firenze 1962.
- SCARABELLI G. — Descrizione della carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino tra il Montone e la Foglia. In « *Monografia Statistica Economica ed Amministrativa della Provincia di Forlì* », Imola 1880.
- SENSIDONI F. — Il trasporto solido nei corsi d'acqua italiani. Alto bacino del Savio. Servizio Idrografico, Roma 1934.
- SOIL SURVEY STAFF. — Soil Survey Manual. U.S. D.A., Handbook n. 18, Washington 1951.
- SUPINO G. — Le caratteristiche idrologiche del Savio. In « *La valle del Savio* », quaderno 8 dell'Ispett. Forestale Emilia-Romagna, Forlì 1954.
- TOSCHI U. — Piano di sviluppo della Provincia di Forlì. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1963.
- TRICART J. — Pricipes et Méthodes de la Géomorphologie. Masson, Paris 1965.
- VEGGIANI A. — Le frane nella valle del Savio. In « *Fiumi della nostra terra* », Amministr. Provinciale, Forlì 1952.
- — La frana di Sorbano e l'interrimento della necropoli romana di Pian di Bezzo. In « *Studi Romagnoli* », 5, 1954.
- — Le cave di sabbia e ghiaia tra Cervia e Ravenna e il loro interesse geologico. In « *Studi Romagnoli* », 11, 1960.
- — Ancora un esempio di danni causati dalla ripresa del ciclo erosivo dei fiumi appenninici. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1963.
- — Trasporto di materiale ghiaioso per correnti di riva dall'area marchigiana all'area emiliana durante il Quaternario. In « *Boll. Soc. Geol. Ital.* », 84, 1965.
- VEGGIANI A., ANGELI A. — Le frane nei terreni marnoso-arenacei miocenici presso Mercato Saraceno. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1963.
- VELATTA M. — Su alcuni limiti che si incontrano in Italia nella lotta contro l'erosione superficiale dei terreni. Istituto d'Idraulica Università di Padova 1949.
- VISENTINI M. — L'interrimento dei serbatoi, sua importanza, mezzi per diminuirlo e impedirlo. In « *L'energia elettrica* », 1937.
- ZANGHERI P. — Il corso del Montone e del Rabbi dalle epoche geologiche ai tempi attuali. In « *Forum Livii* », Forlì 1927.
- — Piogge e frane in Romagna. In « *Il bosco* », 15, 1939.
- — Romagna fitogeografica - II: Flora e vegetazione dei terreni « ferrettizzati » del Preappennino romagnolo. In « *Webbia* », 7, 1950.
- — Condizioni e aspetti naturali della valle del Savio. In « *La valle del Savio* ». Quaderno 8

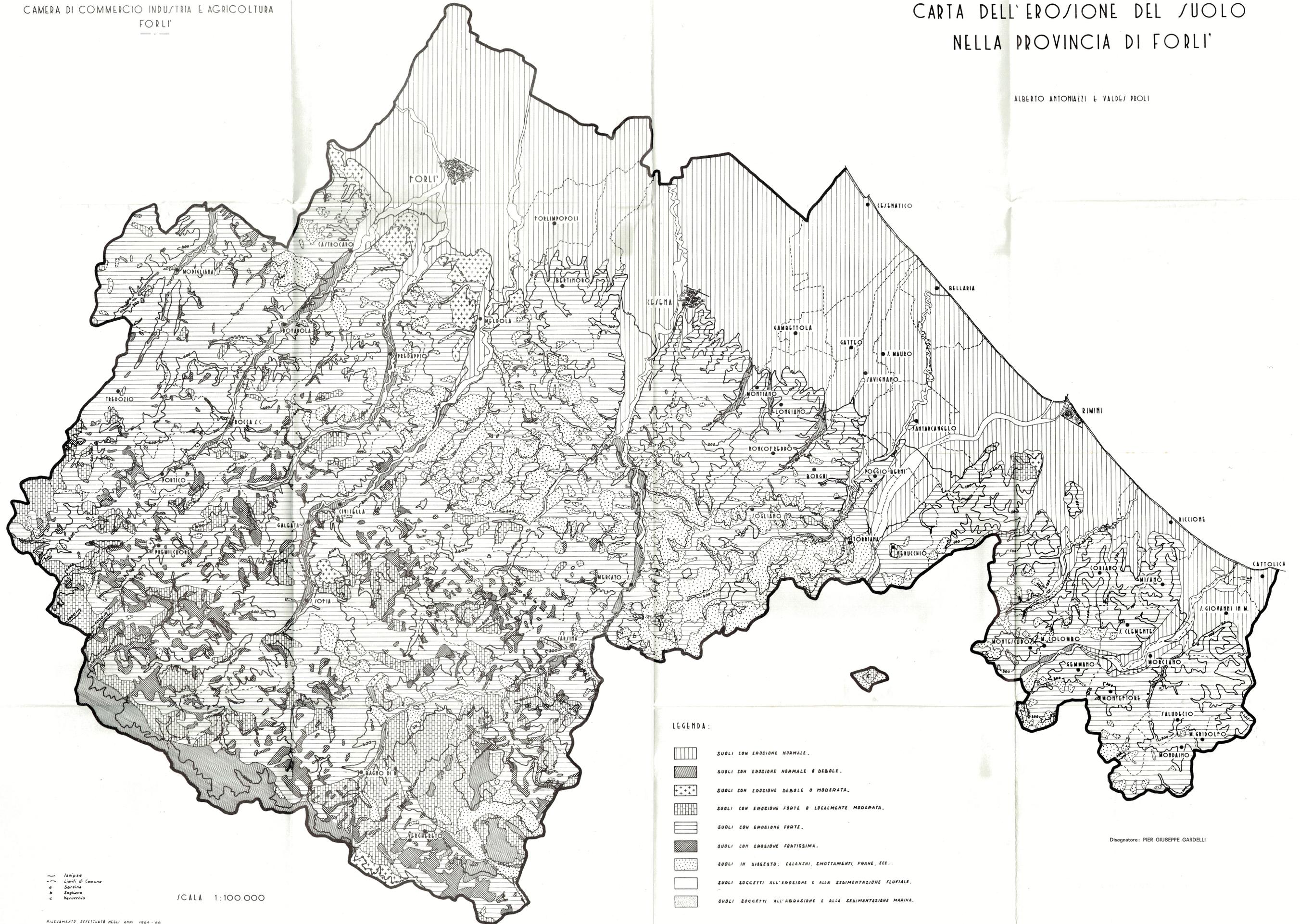
- dell' Ispett. Forestale Emilia-Romagna, Forlì 1964.
- — Romagna fitogeografica. IV: Flora e vegetazione della fascia gessoso-calcareo del basso Appennino romagnolo. In « Webbia », 16, 1959.
- — La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali. Camera di Commercio Industria e Agricoltura, Forlì 1961.
- — Romagna fitogeografica. V: Flora e vegetazione del medio ed alto Appennino romagnolo. In « Webbia », 21, 1966.
- ZANCHERI S. — Bibliografia scientifica della Romagna. Lega, Faenza 1959.
- KURON H., PINKOW H., JUNG L., SCHONHALS E., WEBER H. — Landwirtschaft und bodenerosion. II Steinheimer Hof bei Eltville im Rheingau Mittlg. 2. D. Inst. f. Raumforschung 29, 1956.

I N D I C E

PREMESSA	Pag. 5
I. - GENERALITA'	» 7
— Territorio in esame	» 7
— Studi precedenti	» 7
— Periodo di studio	» 8
— Classi di erosione	» 9
— Significato dell'indagine	» 10
II. - MORFOLOGIA ED EROSIONE	» 11
— Generalità	» 11
— Affioramenti litologici	» 11
— Storia geologica	» 13
— Tipi morfologici	» 15
— Maturità della morfologia	» 17
III. - EROSIONE ACCELERATA	» 21
— Generalità	» 21
— Ambiente naturale prima dell'intervento dell'uomo	» 21
— Massima espansione delle colture ed erosione	» 22
— Sviluppo nel tempo dell'erosione provocata dall'uomo	» 22
IV - DEGRADAZIONE METEORICA E DEFLAZIONE	» 27
— Generalità	» 27
— Calore solare e agenti atmosferici	» 27
— esposizioni dominanti	» 38
— Degradazione meteorica	» 38
— Deflazione	» 38
V. - EROSIONE DI SUPERFICIE	» 41
— Erosione idrica	» 41
— Precipitazioni complessive	» 41
— Precipitazioni notevoli	» 44
— Permeabilità	» 50
— Erosione diffusa e incanalata	» 52
— Erosione normale e debole	» 53
— Erosione moderata e forte	» 54
— Erosione fortissima	» 54
— Erosione e sedimentazione fluviale	» 55
— Abrasione e sedimentazione marina	» 56
VI. - SUOLI IN DISSESTO	» 57
— Movimenti di massa del suolo e frane	» 57
— Zone in dissesto	» 58

VII. - ESTENSIONE AREALE DEI VARI TIPI DI EROSIONE	Pag. 63
— Generalità	» 63
— Erosione complessiva	» 63
— Erosione nei vari Comuni	» 67
VIII. - MODALITA' DELL' INTERVENTO DELL' UOMO	» 69
IX. - STIMA DELL' EROSIONE COMPLESSIVA	» 79
— Dati di base	» 79
— Valutazione dell' erosione	» 82
— Erosione normale	» 85
RIASSUNTO	» 87
BIBLIOGRAFIA	» 89

ALBERTO ANTONIAZZI E VALDE/PROLI



LEGENDA:

-  SUELI CON EROSIONE NORMALE.
-  SUELI CON EROSIONE NORMALE O DEBOLE.
-  SUELI CON EROSIONE DEBOLE O MODERATA.
-  SUELI CON EROSIONE FORTE O LOCALMENTE MODERATA.
-  SUELI CON EROSIONE FORTE.
-  SUELI CON EROSIONE FORTISSIMA.
-  SUELI IN DISSESTO: CALANCHI, SMOTTAMENTI, FRANE, ECC...
-  SUELI SOGGETTI ALL'EROSIONE E ALLA SEDIMENTAZIONE FLUVIALE.
-  SUELI SOGGETTI ALL'ABRAZIONE E ALLA SEDIMENTAZIONE MARINA.

--- Isopse
- - - Limiti di Comune
a Sarsina
b Sogliano
c Verucchio

SCALA 1:100.000

RILEVAMENTO EFFETTUATO NEGLI ANNI 1964-66

Disegnatore: PIER GIUSEPPE GARDELLI