

HERMAN THEODOR VERSTAPPEN

**SULLA GEOMORFOLOGIA
DELLA PARTE SUD-OCCIDENTALE
DELLA PROVINCIA DI COSENZA,
con problemi applicativi**

1. *Introduzione.* — La parte sud-occidentale della provincia di Cosenza ha costituito il terreno di lavoro di studenti di geomorfologia dell'*International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences* (ITC) di Enschede (Paesi Bassi), negli anni 1968, 1970 e 1972. Scopo principale erano le esercitazioni nella cartografia geomorfologica analitica; particolare attenzione è stata rivolta all'interpretazione delle fotografie aeree e da satellite, collegata con l'indagine sul terreno e con prove di laboratorio sui suoli e su campioni di sedimenti. Le fotografie aeree pancromatiche esistenti, alla scala approssimativa di 1:35.000, vennero interpretate durante i corsi, e così pure le immagini Landsat vennero consultate prima del lavoro di campagna, che si svolse in aprile e maggio. Le carte finali furono redatte dopo l'elaborazione dei dati di campagna, dopo le analisi dei campioni e la reinterpretazione delle fotografie, in parte alla scala media delle fotografie stesse, in parte alla scala di 1:50.000. In aree di particolare interesse vennero eseguite anche carte più dettagliate, al 25.000 o al 10.000. La carta allegata a questa pubblicazione è frutto della compilazione di tutti i dati raccolti, con le generalizzazioni richieste dalla riduzione alla scala di 1:100.000. Venne usato il sistema di rilevazione geomorfologica dell'ITC

(Verstappen e Van Zuidam, 1975) sia per le carte particolareggiate, sia per la carta a piccola scala presentata qui (1).

2. *Breve descrizione dell'area studiata.* — Essa comprende la valle del Crati a monte della gola di Tarsia, la valle del Savuto e altre piccole valli rivolte al Tirreno, le pendici occidentali della Sila, la Catena Costiera che separa la valle del Crati dal Mar Tirreno, e le montagne poste a Sud del Savuto.

La valle del Crati prende origine in un ampio anfiteatro presso Cosenza, dove i vari rami sorgentiferi, con disposizione centripeta, vengono a formare, congiungendosi, l'asta principale del fiume, diretta a Nord. La valle del Crati è di natura tettonica e marcatamente asimmetrica fino alla gola che il fiume attraversa presso Tarsia (nell'angolo Nord-est della carta). Sulla destra è fiancheggiata dal ripido fianco occidentale dell'altopiano silano (che si vede presso il margine destro della carta). Questo arriva a 1200-1800 m d'altitudine. Ad Ovest del Crati una zona larga, a debole pendenza, sta al piede della Catena Costiera, che raggiunge 1200-1400 m s. m. e scende rapida verso il Tirreno. Le « Piane di Crati », una piana alta ed incisa, separa il bacino del Crati dalla valle del Savuto, che nella parte alta scende da Est ad Ovest, ma tosto piega a Sud-ovest, per gettarsi nel Tirreno (nell'angolo della carta in basso a sinistra). Le montagne a Sud di questo fiume, dal rilievo molto mosso, culminano a più di 1400 m d'altitudine.

La piovosità in quest'area varia, secondo l'altitudine, da circa 1000 mm annui lungo la costa a 1500-1800 mm sulla Catena

(1) Il lavoro di rilevamento è stato eseguito da M. Avci (Turchia), R. W. Barendregt (Canada), B. Basri (Indonesia), R. L. Beasley (Stati Uniti), W. Eimon (Indonesia), H. Ghanem (Siria), G. C. Gustafson (Stati Uniti), N. L. Gupta (India), Z. A. Sabih (Pakistan), J. M. Sayago (Argentina), M. R. Schmitt-Taverna (Argentina), M. P. Velarde Farfán (Perù), F. I. Van Zuidam-Cancelado (Colombia), con la supervisione di H. Th. Verstappen, R. A. Van Zuidam e P. Hofsteenge; la compilazione dei dati per la carta allegata fu eseguita da M. E. D. Hoschitzky. Il lavoro è stato facilitato dalla collaborazione di molte organizzazioni, enti e colleghi italiani. Speciale menzione si deve fare dell'Opera Sila (Cosenza) e dell'ANAS. L'autore ringrazia pure il Dott. G. L. Del Bono del Servizio Geologico d'Italia, e il Dott. V. Spagna, allora geologo presso l'ANAS a Cosenza. Per la traduzione italiana del manoscritto si ringrazia il Prof. G. B. Castiglioni dell'Università di Padova, e così pure, per la collaborazione nel disegno e nella stampa della carta, il Reparto di Cartografia dell'ITC.

Costiera, a 800-1000 mm nella valle del Crati e a 1400-1600 mm sulla Sila e sulle montagne del tratto meridionale e sud-orientale. Circa l'80% delle precipitazioni cade in autunno-inverno, di solito con intensità elevate. La temperatura media annua va da 5°C sulla Sila a 18°C nella fascia costiera. L'utilizzazione del suolo per l'agricoltura è intensa anche su pendii relativamente acclivi (Huson, 1968) e l'erosione è forte in molti luoghi. In anni recenti si è proceduto ad estese opere di rimboschimento. Nella vegetazione arborea si notano fasce altitudinali con quercia (per lo più al di sotto dei 500 m), castagno (tra 500 e 1200 m), faggio (oltre i 1000 m), pino e abete (nelle parti più elevate). I caratteri delle precipitazioni, le pratiche colturali e la copertura vegetale sono in quest'area fattori importanti della morfodinamica.

3. *L'assetto geologico.* — Le vecchie fonti per la conoscenza geologica della Calabria sono la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e la descrizione del Cortese (1905). I fogli della Carta Geologica della Calabria, alla scala 1:25.000, stampati alla fine degli anni '60, e molte pubblicazioni, come quelle di Bousquet e Grandjacquet (1968), Caire e altri (1960), Dubois (1970), Grandjacquet (1969) e Ogniben (1973), hanno fatto avanzare le nostre conoscenze sulla geologia della Calabria e sui suoi rapporti geotettonici con la Sicilia e la Basilicata.

L'area di studio appartiene al basamento paleozoico, che è stato parzialmente coperto da sedimenti calcarei epicontinentali mesozoici, specialmente dolomie e calcari, ora affioranti in vari rilievi quali il Monte Cocuzzo e il Monte Lucerna. Dubois (1970) è dell'opinione che le rocce cristalline di quest'area non siano dovute a intrusioni paleozoiche, poi circondate da bacini sedimentari mesozoici, ma che siano invece alloctone. Secondo questo autore, la distribuzione di tali rocce è in relazione con tre diverse coltri tettoniche così costituite: quella inferiore prevalentemente da filladi, quella media da ortogneiss, graniti — filladi metamorfosate per contatto — e la più alta da graniti, gneiss e scisti. Le rocce delle prime due unità tettoniche si trovano prevalentemente ad Ovest, mentre quelle dell'unità più alta si tro-

vano nell'altopiano della Sila. Le dolomie e i calcari mesozoici sono quindi interpretati dal Dubois come finestre tettoniche, risultanti dall'erosione delle coltri metamorfiche.

Dopo un periodo di sollevamento, accompagnato da dislocazioni per faglia e seguito da erosione, un'importante trasgressione ebbe luogo nel Miocene, con la deposizione di materiali fliscioidi (conglomerati basali, arenarie, argille e materiali calcarei). Questi depositi, di non grande spessore, si possono osservare presso la costa tirrenica, nella bassa valle del Savuto e nella valle del Crati. Movimenti tettonici importanti si fecero ancora sentire dopo la fase d'accumulazione miocenica, e furono seguiti da un'altra trasgressione, nel Pliocene inferiore, che sembra essere stata rapida, con deposizione di sedimenti prevalentemente fini.

Questa fase di sedimentazione continuò senza interruzioni durante il Pliocene e il Calabriano (Quaternario inferiore). I movimenti tettonici ripresero vigore; il sollevamento probabilmente continua ancora ed è valutabile, dalla fine del Pliocene o dal Pleistocene iniziale ad oggi, sui 1000 metri.

Una scarpata di faglia principale, con direzione N-S, interessa i sedimenti del Calabriano sul lato Ovest della valle del Crati. Il fianco Est di questa depressione tettonica complessa si presenta di solito come una flessura fagliata, resa evidente da creste monoclinali, con banchi inclinati verso Ovest, che accompagnano il fianco della Sila. L'immersione dei banchi passa da O a NO e NNO verso la gola di Tarsia (presso il margine Nord della carta) dove indica il limite settentrionale del massiccio silano sollevato. Altre grandi dislocazioni che interessano i rilievi nell'area studiata sono: la faglia con direzione E-O che si trova appena fuori del margine della carta a Nord, e che costituisce il limite geologico tra la Calabria e i gruppi appenninici posti più a Nord; il *Graben* Taverna-Cicala-Martirano, disposto da Est ad Ovest, che continua verso il bacino di Amantea, a Nord del delta del Savuto. Quest'ultimo *Graben*, insieme a quello del Crati disposto da Nord a Sud, separa lo *Horst* della Catena costiera rispettivamente dallo *Horst* di Reventino-Gimigliano, a Sud, e dal massiccio della Sila, ad Est. Dati interessanti sulla tettonica terziaria di quest'arca sono riportati da Grandjacquet (1962).

4. *L'evoluzione geomorfologica.* — L'impianto tettonico del disegno geomorfologico di quest'area si era già costituito nella prima parte del Miocene, come risulta dall'associazione dei depositi miocenici (e più recenti) con le depressioni strutturali e con i *Graben*, ove pure si trovano ora i fiumi maggiori. La prosecuzione nel tempo dei movimenti tettonici differenziali ha prodotto sollevamenti e un graduale incremento dell'energia del rilievo. L'asimmetria della valle del Crati, già menzionata, e il suo ripido fianco orientale sono dovuti al fatto che l'asse di questa depressione tettonica — e quindi la zona di sedimentazione principale — si è spostato verso Est nel corso del suo sviluppo. Gli affluenti di destra di questo fiume perciò esercitano un'attiva incisione ed erosione regressiva, maggiore di quella degli altri fiumi di quest'area, a causa del forte sollevamento verificatosi a partire dal Calabriano.

Uno di tali affluenti, il Mucone, ha catturato una porzione considerevole del sistema idrografico della Sila (fuori della carta). Ora esso apporta un forte contributo al carico solido del Crati, che si fa sentire anche più a valle. Questo fatto è di particolare interesse per l'idrologia e l'irrigazione, perché riguarda principalmente le acque provenienti dalla fusione della neve della Sila. La stagione delle forti portate è ritardata rispetto agli altri affluenti del Crati, dominati dal regime delle piogge invernali.

Anche se è probabile che un Proto-Crati scorresse nella depressione strutturale impostata già prima della fase di sedimentazione miocenica, è evidente che il fiume, col suo andamento attuale, è posteriore alla fase di sedimentazione calabriana. Teoricamente, i rami iniziali impostati sul basamento cristallino potrebbero essere più antichi, ma l'attiva incisione fluviale e la degradazione dei versanti verificatesi da allora in poi rendono improbabile che qui si possano ancora riconoscere i resti di versanti e forme vallive di età pre-calabriana. La quota elevata dei terrazzi marini, per es., presso la foce del Savuto, indica che, per quanto il fiume possa essere anteriore al sollevamento quaternario, gran parte della valle si è formata dopo questo evento. Paleoforme e paleosuoli (Guzzetta, 1974) si trovano solo dove il rilievo è raddolcito, come ad es. presso lo spartiacque tra il

Crati e il Savuto e in altri luoghi isolati. Si possono osservare qua e là profili di alterazione con argille rosso-scure, con blocchi completamente sfatti e per spessori di 10 m ed oltre; testimoniano una vecchia superficie di erosione. Chi scrive ritiene che essi si siano formati nelle condizioni climatiche di tipo tropicale-umido che caratterizzavano la fine del Terziario. L'incisione fluviale e la conseguente denudazione non si sono svolte in modo continuo nel corso del Quaternario. I fenomeni di sollevamento, e le oscillazioni climatiche accompagnate dai mutamenti del livello marino che caratterizzarono questo periodo, hanno prodotto una morfologia a gradinata nella parte emersa. Essa è ben sviluppata sul fianco occidentale della valle del Crati, dove si formarono tre livelli di superfici pedemontane, ora frammentate dall'erosione, sui sedimenti teneri terziari e calabriani. Si nota una netta rottura di pendio dove le rocce paleozoiche metamorfiche ed intrusive affiorano formando i rilievi retrostanti. Le superfici sono dolcemente inclinate verso il Crati, troncano i piani di stratificazione, ed è abbastanza giustificato classificarle come *glacis*. In qualche caso vi si osservano una sottile copertura di ghiaia e paleosuoli rossastri, come risulta dallo studio di Heilmann (1972). La composizione litologica e la spigolosità degli elementi di ghiaie relativamente poco alterate variano da un luogo all'altro, secondo la geologia dell'area retrostante e la posizione morfologica. Se ne trovano esempi tipici al piede della scarpata di faglia ad Est della Catena Costiera. Ancora più in alto, si trova un quarto livello, indicato sulla carta presso il margine meridionale e verso Sud-ovest nelle dolomie attorno a Monte Cocuzzo (900-1000 m). Qui non è sempre presente un netto distacco tra la superficie in questione e il pendio retrostante. I depositi rossastri sono ben sviluppati a Sud, vicino a San Matteo (con spessore di 4-5 m, cementazione, colore Munsell 2.5 YR 5/6). Essi vengono considerati come detriti periglaciali. Il soliflusso deve aver avuto un ruolo dominante nel loro trasporto dalle montagne ripide che stanno alle spalle. La cementazione e l'ulteriore pedogenesi presumibilmente ebbero luogo durante i periodi interglaciali, relativamente caldi. Dove il rilievo è particolarmente erto, come al contatto con la Sila pres-

so il margine destro della carta, si sviluppano versanti detritici a pendenza accentuata, anziché *glacis*.

Lungo la costa tirrenica le forme a gradinata si sviluppano in una serie di terrazze marine. Le due terrazze più basse sono terrazze di accumulazione, e corrispondono ai due livelli di terrazze alluvionali lungo il Crati. Le terrazze marine più alte (di abrasione) si presentano almeno in quattro livelli principali. Le ghiaie ben arrotondate si presentano in una matrice rossastra, talvolta un po' cementata. Le ghiaie marine sono in gran parte invisibili sulle terrazze dei livelli più alti; sopra i depositi marini si sono accumulati materiali di soliflusso grigio-bruni, con frammenti rocciosi semiangolosi sotto la scarpata che fa passaggio al livello terrazzato più alto, e invece a grana più minuta sul margine verso mare di ciascun terrazzo. Le terrazze marine si prolungano come terrazze fluviali verso l'interno delle valli; però la forte pendenza di questi brevi corsi d'acqua che scendono dalla Catena Costiera verso il Tirreno rende difficile la correlazione dei vari terrazzi fluviali, perché solo piccoli resti sono stati risparmiati dall'erosione posteriore. Perciò essi vengono indicati sempre con lo stesso simbolo sulla carta geomorfologica al 100.000.

Non è facile stabilire una correlazione delle terrazze marine della costa tirrenica con i livelli di *glacis* della valle del Crati, a causa dei movimenti tettonici differenziali, e inoltre si deve tener conto dei mutamenti climatici del Quaternario e delle oscillazioni del livello marino ad essi associati. A quanto pare, l'erosione lineare dovette intensificarsi un po' presso la costa tirrenica ripida durante i periodi con livelli marini bassi, nei glaciali, mentre questo effetto fu minore all'interno, dove l'acqua di fusione della neve in primavera rafforzava il trasporto di detriti periglaciali e favoriva lo sviluppo del *glacis*.

Il rapido sollevamento quaternario e la direzione che ne è risultata in quest'area hanno dato luogo a versanti ripidi, su cui sono attivi l'erosione e i movimenti in massa. Ciò è vero specialmente dove le rocce ignee e metamorfiche del Paleozoico sono state indebolite dalla fratturazione, e dove le rocce del Ter-

ziario sono rappresentate da argille o da sequenze stratigrafiche con formazioni impermeabili e con frequenti livelli sorgentiferi. L'area perciò è caratterizzata da una netta predisposizione a vari fenomeni di erosione lineare ed a movimenti franosi sia di tipo superficiale che profondi. L'interferire delle azioni antropiche con i processi naturali sui versanti è importante già da parecchi millenni, e, oggi, ha forti effetti negativi sulla stabilità dei pendii, come indicano gli esempi illustrati da Nossin (1972 e 1973).

La morfologia dei versanti in molte parti di quest'area è influenzata dall'alternanza, in passato, di processi lineari e areali; e del resto si possono osservare sia versanti intensamente incisi sia versanti regolari, originatisi in tempi e modi diversi. Oggi prevale chiaramente la tendenza all'erosione lineare, fatto da attribuirsi almeno in parte alla deforestazione e ad altri interventi umani. Comunque, cause naturali locali possono dar luogo a una tendenza evolutiva simile, ad esempio per lo scalzamento basale di un versante causato da erosione laterale di un fiume. L'intensità e il tipo di processi, come pure i problemi da affrontare variano da un'area all'altra (Ducci, 1953; Burton, 1965).

5. *La carta geomorfologica.* — La carta allegata fornisce dati sulle forme del rilievo, compresi la genesi e i processi geomorfologici responsabili del modellamento, separatamente per due livelli gerarchici, e cioè: 1) per le unità morfologiche o tipi di rilievo; 2) per le forme specifiche. Le unità morfogenetiche principali sono indicate con colori di fondo simbolici. Sono distinti quattro gruppi principali, rispettivamente: forme di origine strutturale, forme originate da processi di denudazione, forme di origine fluviale e forme di origine marina. Un'ulteriore suddivisione viene fornita in base alla resistenza all'erosione dei litotipi, ai processi, all'energia del rilievo. Le forme specifiche sono indicate con simboli lineari, e la cronologia con lettere, tutte le volte che vi siano dati in proposito. La litologia è espressa con vari retini in tinta pallida così da non sovraccaricare la carta.

Sono di particolare interesse le terrazze fluviali e marine e così pure i *glacis* debolmente inclinati, che sono in parte coperti da detriti periglaciali. Due livelli di terrazze alluvionali sono stati

segnati nelle valli del Crati e del Savuto, dove pure si distinguono quattro livelli di *glacis*. Si sono indicate due terrazze d'accumulazione marina lungo la costa tirrenica, mentre le terrazze d'abrasione a quota più elevata sono raggruppate in quattro livelli. Le terrazze fluviali dei corsi d'acqua minori sono state riunite sotto un unico simbolo senza riferimenti alla loro altitudine assoluta o relativa. Le aree poste ad oltre 1000 m d'altitudine sono indicate a parte, in considerazione dei processi legati al gelo che vi si manifestano.

6. *Le unità geomorfologiche e i loro caratteri.* — Le unità di origine strutturale sono classificate in otto tipi. Colline strutturali con litologia diversificata sono presenti in aree relativamente modeste sui 500-800 m, nell'angolo Nord-ovest della carta, nel tratto iniziale della valle del Savuto e anche, localmente, nel tratto medio, dove il villaggio di Cleto è abbarbicato al fianco a franapoggio di una cresta monoclinale. Le montagne strutturali in dolomie, presenti nella parte Sud della Catena Costiera e sullo spartiacque tra Crati e Savuto, sono elevate sui 1000 m ed oltre, e di limitata estensione. Esse sono quasi completamente spoglie; profondi valloni, erte scarpate e coni detritici vi hanno forte evidenza. Una piattaforma strutturale calcarea si osserva nella Catena Costiera a Nord dei monti dolomitici, sugli 800-1000 m. Forme carsiche, quali doline e *lapiez*, sono comuni ed i depositi di detriti di soliflusso ad elementi angolosi diventano via via più frequenti col crescere dell'altitudine. Il suolo è poco sviluppato o assente. Alcuni residui calcarei emergono anche nell'alto bacino del Crati, più a Sud-est, ma poiché l'influenza strutturale risulta minore, essi sono stati raggruppati nelle unità originate da processi di denudazione.

Il blocco tettonico (a 300-500 m) disposto al margine Est della Catena Costiera nella sua parte centro-settentrionale presenta un particolare interesse. Esso ha prodotto una topografia a gradini tra queste montagne e i *glacis* posti ad oriente. In quest'area, con argille marnose molto diffuse, i versanti sono assai instabili. Anche l'erosione lineare vi agisce con rapidità. La parte settentrionale si presenta come una depressione strut-

turale (a 200-300 m) per inversione del rilievo causata da erosione differenziale.

Terrazze strutturali molto dissecate entro rocce mioceniche coprono limitate aree a Nord-ovest, e subito a monte della gola del Crati presso Tarsia, dove le forme dei versanti risentono dell'alternanza di letti orizzontali duri e teneri. Un terrazzo strutturale inciso in depositi calabrianici a strati orizzontali si trova in corrispondenza ad una zona con disposizione N-S ad Est del Crati, dove fa passaggio al ripido versante silano. La sua altitudine varia tra 200 e 400-500 m. Vi è comune la formazione di frane e calanchi. Ad Ovest di questa zona si estende una fascia di creste monoclinali, somiglianti a quelle descritte nel Calabrianico, ma qui esse presentano un'immersione degli strati verso Ovest; qui la stabilità è un po' maggiore per la presenza di livelli resistenti più numerosi, che hanno anche influenzato il disegno idrografico. Comunque, frane e smottamenti vi sono comuni.

Tra le unità originate da processi di denudazione sono stati distinti dieci tipi differenti; vi appartengono tre tipi di colline e montagne d'erosione. Montagne d'erosione in rocce dure metamorfiche ed intrusive (di solito gneiss e graniti) coprono largo spazio sul fianco della Sila (presso il margine destro della carta), e anche nella Catena Costiera (parti settentrionale e meridionale), dove si elevano per lo più oltre i 1000 m, e sono quindi interessate da attività di tipo periglaciale. Processi dominanti sono l'incisione fluviale e l'erosione regressiva. Vi si trovano anche frane; il *creep* è comune, ad es. sul fianco Est della Catena Costiera. Questi tipi di rocce si associano a sedimenti terziari nei rami iniziali del Crati, a Sud di Cosenza. In tal caso non si sono indicate le rocce sedimentarie sia per motivi di scala, sia per l'insufficiente dettaglio dei rilievi di campagna qui eseguiti. Montagne d'erosione in rocce metamorfiche tenere (tipi vari di scisti) si estendono nelle parti mediane della Catena Costiera, e lungo i rami iniziali dei fiumi Savuto e Oliva. Questa unità raggiunge, come la precedente, altezze superiori ai 1000 m, ma qui i processi di denudazione sono ben più pronunciati. Colline di erosione in arenarie e conglomerati poco cementati coprono spazi non tanto estesi a Sud-ovest e a Nord del

Savuto, nel bacino dell'Oлива, e sul fianco Ovest della Catena Costiera. Le rocce sono generalmente tenere; il formarsi di solchi e calanchi è un fenomeno comunissimo, come pure le frane.

Tra le altre unità originate da processi di denudazione, deve essere menzionata una grandissima area di frana presso la costa. Il centro di San Lucido è situato su un'enorme massa di calcare miocenico slittato per fenomeni gravitativi. Ha pure grande interesse l'area di attività periglaciale pleistocenica; essa è delimitata da una fascia di transizione piuttosto che da una linea netta, e l'isoipsa di 1000 m è stata scelta come un limite approssimativo. E' stata riconosciuta nella Catena Costiera, nell'alto bacino del Savuto e presso il margine Sud della carta. L'erosione a solchi e l'erosione regressiva vi sono importanti.

Sulla carta si sono segnati i detriti d'origine periglaciale sui versanti ripidi (a 500-600 m) del fianco occidentale della Sila. Dove il rilievo si fa più dolce, nelle rocce tenere del Calabriano e del Terziario, come ad Ovest del Crati, si sviluppano tre livelli di *glacis* erosi; essi stanno pressappoco a 200-250 m, 250-350 m e 400-600 m, rispettivamente. Dove il detrito che li copre si è conservato, esso è stato segnato a parte. Il più alto dei tre *glacis* è assai più gravemente colpito da fenomeni franosi di vario tipo, perché la dissezione vi è più spinta e perché vi affiorano rocce di tipo marnoso-argilloso. Anche i versanti posti ai livelli inferiori sono assai instabili. Un quarto *glacis* è reperibile ad altitudine assai maggiore (900-1000 m), coperto da detriti periglaciali, presso il margine meridionale della carta ed anche nella parte sud-occidentale della Catena Costiera (specialmente nell'alto bacino dell'Oлива e di torrenti adiacenti). In confronto con i livelli più bassi, questo *glacis* è spesso formato in rocce abbastanza resistenti, senza netto distacco litologico tra il *glacis* e il versante a monte.

Le unità di origine fluviale sono classificate in sei tipi. Quello comprendente i piani inondabili e i delta è abbastanza esteso in corrispondenza del Crati e del Savuto. I piani di esondazione sono ghiaiosi, e i fiumi sono larghi e ramificati. Nel delta del Savuto appare materiale più fine, sabbioso e li-

moso, ma vi è ghiaia a piccola profondità e negli alvei del fiume. I coni alluvionali pleistocenici e attuali sono meglio sviluppati ad Ovest della Catena Costiera e della Sila, dove i torrenti hanno forte pendenza. La presenza di conoidi nel medio bacino dell'Olive è da ascrivere ad un periodo passato, caratterizzato da erosione catastrofica (Rao Dasika, 1975). Terrazze di accumulazione fluviale si trovano in due livelli (rispettivamente a 15-25 e a 55-65 m sull'alveo attuale) lungo la valle del Crati (specialmente a monte della conoide del fiume Mucone), ed anche lungo vari altri fiumi. Tracce di terrazze fluviali più elevate si sono potute osservare solo lungo i fiumi che scendono verso Ovest dalla Catena Costiera, e lungo il Savuto. Esse vanno messe in relazione con le terrazze marine della costa tirrenica.

Le unità di origine marina comprendono la stretta pianura costiera e le terrazze marine. Di queste ultime, le due più basse sono piattaforme di accumulazione, ad altezze di 3-4 e di 23-30 m sul mare. Qualche resto un po' più elevato si trova qua e là. Hanno lieve inclinazione verso il mare, e sono associate ai coni alluvionali menzionati prima. Le quattro terrazze marine più elevate di solito si presentano come terrazze di abrasione; esse sono ben sviluppate specialmente a Sud del Savuto, dove la più bassa ha un'altezza di 150-180 m presso l'orlo; la seconda (a 320-350 m) è stretta, e coperta di materiali di origine marina rossastri; questa fa passaggio ad una terrazza assai più estesa (a 400-430 m) su cui le ghiaie marine sono rare. La terza vasta terrazza di erosione marina (a 630-680 m) è quasi priva di ghiaie marine, ed è coperta da materiali colluviali spessi. Un piccolo residuo a 725 m è indicato sulla carta geologica al 25.000. Il quarto livello è a 950 m, e si trova su scisti alterati; è decisamente più inclinato in confronto con la terrazza precedente (8° - 9° , anziché 2° - 3°). Piccoli lembi di terrazze a 1010-1030 m vengono raggruppati nella stessa unità. Va notato che le vaste terrazze marine a Sud del basso Savuto si continuano verso l'interno in terrazze fluviali lungo la valle di questo fiume; così si possono ben interpretare come resti di vecchie forme deltizie del Savuto, sollevate e incise. Tracce modeste di simili terrazze marine si possono trovare vicino alla

costa più a Nord, dove, ai livelli corrispondenti, esistono ripe nei vecchi con ghiaiosi o in roccia, rotture di pendio, solchi di battente, balze, ecc.

7. *Morfodinamica e geomorfologia applicata.* — L'instabilità potenziale dei versanti, preparata col tempo sotto l'influenza dei vari processi naturali menzionati prima, in molti casi ha bisogno di un meccanismo di innesco perché si avvii effettivamente un movimento in massa o un'incisione lineare.

Sebbene l'attivazione, o la riattivazione, possano iniziarsi per cause naturali, come lo scalzamento basale dei fiumi, la pioggia eccessiva, i terremoti ecc., nella maggior parte dei casi sono gli interventi umani che provocano frane ed erosione sui pendii; eventi che si manifestano nei momenti in cui i pendii sono particolarmente vulnerabili, cioè dopo piogge intense nella stagione invernale. Quando si ha a che fare con l'erosione accelerata, il processo ha molta probabilità di continuare finché non vengano presi provvedimenti adeguati, oppure finché non rimanga più nulla che possa essere eroso.

I versanti colpiti da frane possono diventare instabili in modo quasi permanente, con nuovi franamenti ripetuti in ogni inverno. Ma più spesso i versanti franosi entrano in una fase di instabilità latente di durata più o meno lunga, in cui a poco a poco possono poi ricostituirsi condizioni di instabilità effettiva. Si tratta di processi intermittenti, che provocano un'evoluzione dei versanti spasmodica, talvolta frane catastrofiche alternantisi con intervalli più o meno tranquilli. Un'altra situazione assai comune è l'interazione tra incisione a solchi e franamenti: rivoli e solchi si sviluppano sul terreno di una frana recente, dove la vegetazione è rovinata e non protegge abbastanza il pendio dall'erosione. I solchi, particolarmente nella porzione più alta dell'area franosa, diventano di volta in volta così ripidi da indurre ulteriori movimenti in massa, su cui potrà poi riattivarsi l'incisione, e così via.

L'interferenza dei fenomeni antropici nell'evoluzione dei versanti va per lo più considerata in rapporto col disboscamento, con le pratiche agricole e con l'esecuzione di opere d'ingegneria. Il

diboscamento ha provocato in molti luoghi lo sviluppo dell'incisione lineare e della dissezione su pendii dove un tempo si verificavano solo lenti processi areali. L'erosione areale e a rivoli ha pure contribuito ad asportare gli orizzonti superiori del suolo e infine a rimuovere il materiale sciolto ed erodere le formazioni di rocce tenere. Il carico solido di molti torrenti si è accresciuto perciò in modo assai forte. E' ora in corso un rimboschimento su larga scala, con lo scopo di bloccare l'erosione del suolo e di migliorare i regimi idrologici. Si distinguono tre fasi in questo lavoro: 1) la costruzione di briglie sul fondo dei valloni per impedire l'incisione; 2) la sistemazione della parte alta dei valloni per arrestare l'erosione regressiva; 3) il rimboschimento vero e proprio, che viene eseguito secondo le curve di livello.

L'erosione accelerata provocata dall'agricoltura è soprattutto in relazione con la coltura del grano. Questa richiede l'aratura ogni anno, e lascia il suolo nudo nella stagione invernale piovosa. Si manifesta l'erosione areale e a rivoli, e può formarsi anche qualche fosso. Con l'aratura i campi sono di nuovo livellati, così non rimangono che pochi segni di questi fenomeni. Ma il suolo superficiale viene gradualmente asportato e in questi casi la produzione cala, specialmente per la struttura sfavorevole del terreno compatto sottostante, che è anche povero di *humus* e di sostanze minerali. Di conseguenza è anche ridotta l'acqua disponibile per le radici e spesso si produce il disseccamento nell'estate calda e asciutta.

Interviene anche un altro processo: è il movimento che interessa solo il terreno superficiale nei campi. E' causato dalla bassa permeabilità del terreno sottostante, in confronto con quella dell'orizzonte interessato dall'aratura; quest'ultimo perciò tende a slittare secondo la pendenza, dopo forti piogge. Altre pratiche culturali che provocano erosione sono date dall'impiego dei piccoli trattori manovrati all'ingiù secondo il pendio, invece che secondo le curve di livello, per ovviare al rischio che si rovescino. Si vedono spesso fossi al limite dei campi: essi si devono al ripetuto passaggio di persone, animali e macchine.

La dinamica accelerata che risulta dal diboscamento e dalle

pratiche agricole è stata attentamente osservata nelle ricerche sul terreno. Si sono allestite carte della conservazione morfologica, costruite in modo da poter essere utilizzabili nella lotta contro l'erosione, in aree di speciale interesse. Merita particolare menzione a questo proposito lo studio di Rao Dasika (1975) per il bacino dell'Oлива. Oltre ai dati sulle unità geomorfologiche e sulle forme, furono riportate l'acclività, la copertura vegetale e la litologia, alla scala di 1:10.000, e i processi vennero studiati in modo particolareggiato. Infine furono distinte le seguenti classi principale dell'erosione: erosione potenziale, normale, moderata, fortemente attiva e catastrofica; e furono combinate con le unità morfologiche e con le forme specifiche in un'unica carta. Si è poi costruita un'altra carta con le classi di acclività (0° - 2° , 2° - 5° , 5° - 15° , 15° - 30° e 30° - 55°) e con i principali tipi di vegetazione, come oliveti, olivi e cereali, colture in buone condizioni, colture atte a provocare erosione, cespugli ed erba, vegetazione a latifoglie rade, vegetazione a latifoglie dense. La correlazione fra variabili, come utilizzazione del suolo e litologia, o processi dinamici e litologia, venne studiata statisticamente, per arrivare ad una valutazione più precisa dell'attitudine all'erosione.

Certi lavori d'ingegneria hanno contribuito in modo consistente ad accelerare l'erosione e ad innescare processi franosi, specialmente negli anni recenti. I movimenti artificiali di terra comportano il disboscamento, e soprattutto creano condizioni di dissesto sia nei tagli, sia nei luoghi di riporto, dove il sovraccarico produce un'instabilità potenziale dei pendii. Anche la circolazione idrica nel terreno viene alterata, e ciò contribuisce a complicare i problemi. Le discariche di materiale favoriscono il formarsi di solchi d'erosione che si prolungano in mezzo alla vegetazione trasformando un versante stabile rivestito da vegetazione e interessato solo da moderati processi areali in un versante nudo intensamente eroso. Muri e gabbionate spesso proteggono i tagli stradali; ma comunque non bastano a sostenere i versanti, e possono provocare effetti dannosi col loro peso, o per eventuali difetti nei sistemi di drenaggio.

Deformazioni e fenditure aperte nelle strade sono indicatrici di versanti instabili. Le strade secondarie in genere hanno mi-

nori effetti sulla manomissione dei versanti, ma all'occorrenza richiedono riassetamenti con mezzi relativamente semplici. Il moderno sistema di autostrade costruito negli ultimi anni ha avuto un'influenza ben più grave in molti luoghi, a causa degli scavi profondi, dei viadotti, ecc. Le spese piuttosto forti comunque sono state giustificate dal punto di vista economico, per prevenire o curare certi effetti non desiderati, collaterali alle opere eseguite. Vi sono compresi i lavori di allontanamento di cumuli di terra sovraccaricati ed instabili, le iniezioni di cemento per fini di consolidamento, le profonde fondazioni dei piloni, le grandi opere di drenaggio interno e di superficie, ecc.

In molti fiumi di quest'area si è prodotto un sovraccarico nel trasporto solido, come conseguenza dell'erosione accelerata e dei fenomeni franosi. Parecchi tributari del Crati, che provengono dall'area ad argille marnose nel Nord-ovest, dovettero essere imbrigliati nel loro corso inferiore; l'aver concentrato la corrente in alvei di cemento piuttosto ristretti facilita l'evacuazione del materiale fino al Crati. La diga di Tarsia sul Crati è una diga mobile, la cui costruzione prevede la ripulitura con getti d'acqua del lago-serbatoio poco profondo, da effettuarsi d'inverno quando ci sono piogge abbondanti. Lo scopo principale del serbatoio è infatti il superamento del periodo asciutto estivo, quando la portata non basta per i bisogni dell'irrigazione nella Piana di Sibari. La velocità e la portata del fiume sono tali, a paratoie aperte, da far temere fenomeni di erosione; perciò è stata costruita una bassa contro-diga un po' più a valle, per ovviare a questo problema. Lo scalzamento delle sponde si è un po' accentuato, con la perdita di terreni agricoli posti su una bassa terrazza. Durante la nostra ricerca è stata preparata una speciale mappa per mettere in evidenza gli effetti della diga sulla morfologia del letto fluviale.

Un altro studio speciale venne eseguito sugli effetti di una discarica di materiale nel piano di esondazione del basso Savuto, materiale proveniente dallo scavo di una galleria autostradale (Sabih, 1972). La discarica è situata subito a valle dello sbocco di un torrente proveniente da un bacino in forte erosione entro scisti verdi, serpentine e scisti filladici. In particolare, i versanti formati da queste ultime rocce sono molto instabili, e si è venuto

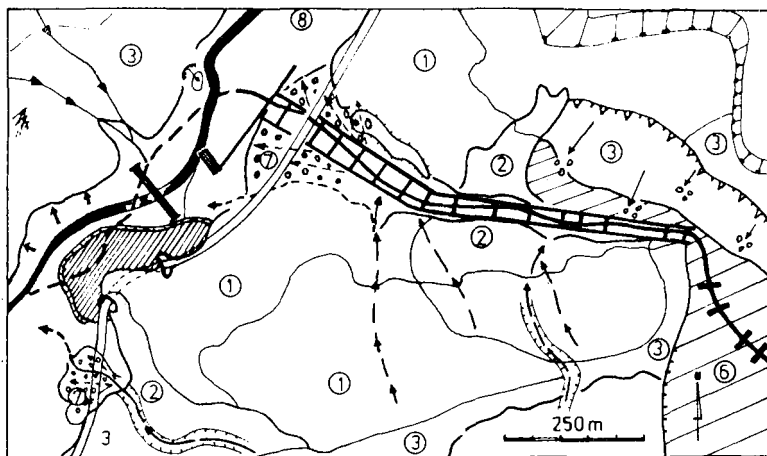


FIG. 1 -- SCHIZZO RICAVATO DALLA CARTA SPECIALE ESEGUITA PER L'AREA DELLA DISCARICA SUL BASSO SAVUTO.

Vi si sono distinte otto unità geomorfologiche (numerate); dall'unità n. 6 deriva la maggior parte del carico solido straordinariamente alto del torrente imbrigliato. Scivolamenti di detrito provenienti dall'unità n. 3 aumentano la gravità del fenomeno. La discarica (a tratteggio) si trova sulla sinistra della galleria autostradale, nel letto di esondazione del Savuto. A trattini è indicato il vecchio corso di questo fiume; le frecce mettono in evidenza l'erosione laterale provocata dalla discarica.

a formare un cono di deiezione alla confluenza nel Savuto. Il torrente dovette essere totalmente canalizzato, in rapporto con la costruzione dell'autostrada, come si può vedere in fig. 1. La discarica viene a limitare la larghezza del piano di esondazione del Savuto, provocando uno scalzamento della sponda opposta, ma insieme protegge la galleria dall'eventuale erosione laterale che dovesse manifestarsi in avvenire. Un'altra discarica esiste più a monte, a Sud di Cosenza, in una strettoia valliva lungo questo stesso fiume.

La costruzione dell'autostrada nella valle del Savuto ha sensibilmente accresciuto il carico solido di questo fiume, col risultato di un accrescimento del delta. Il depositarsi del materiale di questa «spiaggia ANAS» fu influenzato dal trasporto litoraneo, nel modo indicato sulla carta geomorfologica. Più a Nord, comunque, è stata dominante l'erosione costiera negli anni re-

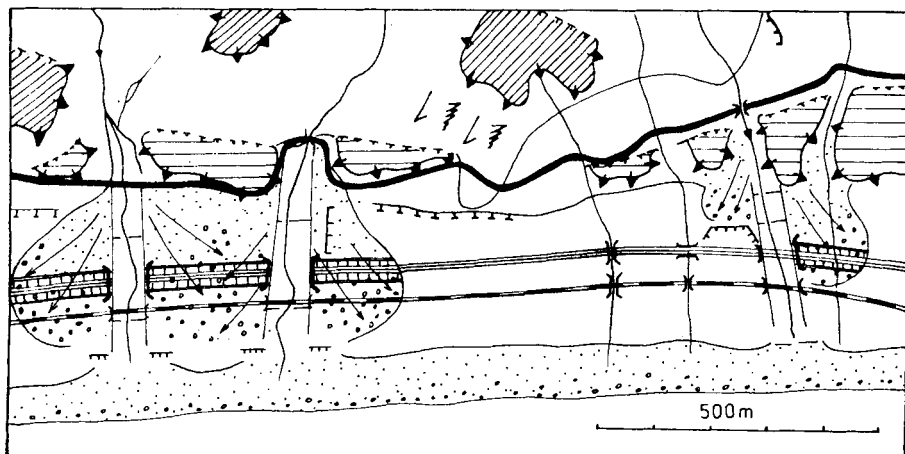


FIG. 2 — SCHIZZO RICAVATO DALLA CARTA SPECIALE ESEGUITA PER L'AREA DELLA COSTA TIRRENICA.

La superstrada è stata tracciata con trincee e gallerie nelle conoidi ghiaiose; i torrenti la sorpassano entro alvei di cemento. Nella parte alta della figura sono disegnate (a tratteggio) alcune terrazze marine; in basso la spiaggia ghiaiosa, ora in fase di erosione.

centi, e numerose costruzioni (case, ad esempio) dovettero essere protette dall'azione ondosa. La causa di questo fenomeno sta nel fatto che molta ghiaia è stata prelevata dai torrenti che sfociano in mare, come pure direttamente dalla spiaggia, per la costruzione della superstrada costiera, di alberghi ecc. L'equilibrio delicato tra i fattori costruttivi fluviali e quelli distruttivi marini nell'evoluzione costiera è stato effettivamente turbato, almeno temporaneamente, e ne sono risultati dei profili di spiaggia più ripidi. Altre aree di prelevamento di ghiaia per scopi costruttivi sono le conoidi oloceniche o tardo-pleistoceniche (?) già menzionate. L'impiego di questo materiale non ha conseguenze dannose per la stabilità costiera, ma può portare alla perdita di terreni agrari. Questo problema è stato studiato dalla Makarastamkul (1972), a cui si deve anche la carta riprodotta in fig. 2, con la posizione della superstrada che passa sotto o sopra i diversi torrenti.

Fra gli altri studi eseguiti per scopi applicativi, uno tratta

delle enormi frane avvenute durante la costruzione della superstrada Cosenza-Paola (Ghanem, 1972).

Questi pochi esempi mostrano come i rilevamenti geomorfologici particolareggiati, eseguiti con l'attenzione rivolta ai processi morfodinamici attivi, possano convenientemente venir utilizzati nella progettazione di opere d'ingegneria ai fini della conservazione.

ELENCO BIBLIOGRAFICO

- AFCHAIN C., *Observations sur la région de Spezzano-Albanese (Calabre)*, in « C. R. Somm. Soc. Géol. de France », Parigi, 1969, pp. 281-288.
- ALMAGIA' R., *Studi geografici sulle frane in Italia*, « Mem. Soc. Geogr. Ital. », vol. XIV, t. II, Roma, 1910, pp. 435.
- AVCI M., *Applied Geomorphological Survey of S. Lucido and Longobardi, Calabria, Italy*, ITC fieldwork report (inedito), 1970, pp. 26.
- BIROT P., *Observations sur la vallée du Crati*, in « Bull. Ass. de Géogr. Franç. », Parigi, 1938, pp. 30-35.
- BOUSQUET J. C., *Sur l'allure et la mise en place des formations allochtones de la bordure orientale des massifs calabro-lucaniens*, in « Bull. Soc. Géol. de France », Parigi, 1965, pp. 937-945.
- BOUSQUET J. C. e GRANDJACQUET C., *Structure de l'Apennin Calabro-Lucanien (Italie méridionale)*, in « C. R. Acad. des Sciences », Parigi, 1968, t. 268, pp. 13-16.
- BOUSQUET J. C. e GUEREMY P., *Quelques phénomènes de néotectonique dans l'Apennin Calabro-Lucanien et leurs conséquences morphologiques, II, L'escarpement méridional du Pollino et son piémont*, in « Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn. », Parigi, 1969, pp. 223-235.
- BÜDEL J., *Klimamorphologische Beobachtungen in Südtalien*, in « Erdkunde », Bonn, 1951, pp. 73-76.
- BURTON A. N., *Mapping Landslides and Associated Phenomena in S. Italy Using Aerial Photographs*, « Proc. Geol. Soc. of London », Londra, 1965, n. 1619, pp. 41.
- BURTON A. N., *The Influence of Tectonics in the Geotechnical Properties of Calabrian Rocks and the Mapping of Slope Instability Using Aerial Photographs*, in « Quart. Journ. Eng. Geol. G. B. », 1970, n. 2, pp. 237-254.
- CAIRE A. e altri, *Les grands traits structuraux et l'évolution du territoire calabro-sicilien (Italie Mér.)*, in « Bull. Soc. Géol. de France », Parigi, 1960, pp. 915-938.
- CORTESE F., *Descrizione geologica della Calabria*, « Mem. Descritt. della Carta Geol. d'It. », IX, Roma, 1905, pp. 310.

- COTECCHIA V. e altri, *I movimenti franosi e gli sconvolgimenti della rete idrografica prodotti in Calabria dal terremoto del 1783*, in « Geol. Appl. e Idrogeol. », Bari, 1969, pp. 1-24.
- DUBOIS R., *Phases de serrage, nappes de socle et métamorphisme alpin à la jonction Calabre-Apennin: La suture calabro-apenninique*, in « Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dyn. », Parigi, 1970, pp. 231-254.
- DUCCI A., *Sulle cause geologiche e geografiche delle inondazioni e delle frane in Calabria. Proposte preliminari per l'attuazione di opere idraulico-forestali e per il consolidamento di abitati della regione*, in « Giorn. Genio Civ. », Roma, 1953, pp. 574-577.
- EMILIANI C., e altri, *Paleotemperature analysis of the Plio-Pleistocene section at Le Castella, Calabria (S. Italy)*, in « Bull. Geol. Soc. of America », New York, 1961, pp. 679-688.
- FLEMING N.C. e BURTON A.N., *Marine Levels in South Italy*, in « Nature », Londra, 1964, vol. 203, n. 4949, p. 1060.
- FOLLIERI M., *Quelques traits caractéristiques de la végétation interglaciaire en Italie*, « 10th Int. Bot. Congr. », 1964, p. 368.
- FUCHS F. e SEMMEL A., *Pleistozäne Kaltzeitablagerungen in der Sila und Basilicata (Süd-Italien)*, in « Catena », Giessen, 1974, n. 1, pp. 387-400.
- GENDEREN (VAN) J., *A geomorphological survey of the Crati River basin*, M. Sc. Thesis ITC, Enschede, 1970, pp. 119.
- GHANEM H., *Report on the special purpose study: relation of erosion and construction of the Paola-Cosenza superstrada, S. Italy*, ITC fieldwork report (inedito), 1972.
- GRANDJACQUET C., *Données nouvelles sur la tectonique des massifs calabro-lucaniens*, in « Bull. Soc. Géol. de France », Parigi, 1962, pp. 695-706.
- GRANDJACQUET C., *Aperçu morphotectonique et paléogéographique du domaine calabro-lucanien*, ibid., 1964, pp. 610-618.
- GRANDJACQUET C., *Les phases tectoniques et le métamorphisme tertiaire de la Calabre du Nord et de la Campanie du Sud (Italie)*, in « C. R. Acad. des Sciences », Parigi, 1969, t. 269, pp. 1819-1822.
- GUZZETTA G., *Ancient Tropical Weathering in Calabria*, in « Nature », Londra, 1974, vol. 251, n. 5473, pp. 302-303.
- HAMMEN (VAN DER) Th. e altri, *The floral record of the Late Cenozoic of Europe*, nel vol. TUREKIAN K.K., *The Late Cenozoic glacial Ages*, New Haven, Conn., Yale Univ. Press, 1971.
- HEILMANN P.G.F., *On the formation of red soils in the lower Crati Basin (S. Italy)*, Thesis Utrecht Univ., Enschede, 1972.
- HUSON J.J., *Land utilization in the Crati Valley (Calabria, Italy)*, « ITC Publ. », B 56, Enschede, 1968, pp. 22.
- ITC-UNESCO CENTRE, *A Pre-Survey of the land and water resources of Northern Calabria (Italy)*, rapporto inedito, 1972, pp. 63.

- KAYSER B., *Recherches sur les sols et l'érosion en Italie méridionale (Lucanie)*, Parigi, S.E.D.E.S., 1961, pp. 127.
- MAKARASTAMKUL P., *Fieldwork report on the alluvial fans near Longobardi, Italy*, ITC fieldwork report (inedito), 1972, pp. 17.
- MANCINI F., *Le variazioni climatiche in Italia dalla fine del Riss all'Olocene*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1962, pp. 181-214.
- NOSSIN J. J., *Landsliding in the Crati Basin, Calabria, Italy*, in « Geol. en Mijnbouw », Leida, 1972, vol. 51, pp. 591-607.
- NOSSIN J. J., *Use of air photos in studies of slope stability in the Crati Basin, Calabria, Italy*, in « Geol. Appl. e Idrogeol. », Bari, 1973, pp. 261-287.
- OGNIBEN L., *Schema geologico della Calabria in base ai dati odierni*, in « Geologica Romana », Roma, 1973, pp. 243-585.
- PANIZZA M., *Carta ed osservazioni geomorfologiche del territorio di Calopezzati (Calabria)*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1966, pp. 1-32.
- RAMUNNI A. e NENNA G., *Indagini pedologiche sulle formazioni argilloso-calcaree della provincia di Cosenza*, in « Ann. Fac. di Sc. Agr. dell'Univ. di Napoli », Portici, serie III, vol. XXIX, 1933-64, pp. 349-358.
- RAO DASIK A. D. P., *Applied geomorphological mapping for erosion surveys: the example of the Oliva Basin, Calabria*, in « ITC Journ. », Enschede, 1975, pp. 341-350.
- RUGGIERI G., *Età e faune di un terrazzo marino sulla costa jonica della Calabria*, in « Giorn. di Geol. », Bologna, 1953, pp. 39-62.
- SABIH Z. A., *Report on the special projects of dump one and two, Savuto Valley*, ITC fieldwork report (inedito), 1972, pp. 36.
- SUTER K., *Die eiszeitliche Vergletscherung der Apenninen*, in « Zeitschr. für Gletscherkunde », Lipsia, 1934, pp. 342-353.
- TOMAS F., *La formation d'une fossée méditerranéenne: la vallée du Crati*, in « Rev. de Géogr. de Lyon », Lionne, 1966, pp. 155-165.
- VERSTAPPEN H. Th., *A geomorphological survey of SW Cosenza Province, Calabria, Italy*, in « ITC Journ. », Enschede, 1977 (in corso di stampa).
- VERSTAPPEN H. Th. e VAN ZUIDAM R. A., *ITC System of Geomorphological Survey*, Enschede, ITC Textbook VII, 2, II ediz., 1975, pp. 55.
- VEZZANI L., *I terreni plio-pleistocenici del basso Crati (Cosenza)*, in « Atti Accad. Gioenia di Sc. Nat. », Catania, serie VI, vol. XX, 1968, pp. 28-84.
- VITA-FINZI C., *The Mediterranean Valleys: Geological Changes in Historical Times*, Cambridge, Univ. Press, 1969, pp. 140.

ON THE GEOMORPHOLOGY OF SW COSENZA PROVINCE AND ITS APPLICATIONS (SUMMARY). — The SW Cosenza Province, Calabria, has been surveyed by the Department of Geomorphology of the International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), Ensche-

de, the Netherlands, in 1968, 1970 and 1972. The interpretation of aerial photographs at an approximate scale of 1:35,000 was the starting point for the work and was followed by checking and completing the information in the field. The maps produced were at scales of 1:35,000 - 1:50,000 using the ITC System of Geomorphological Survey. They were the basis for the generalized geomorphological map accompanying this paper.

Four main groups of landforms have been distinguished, viz. units of structural, denudational, fluvial and marine origin. Individual forms and processes have been indicated by means of line symbols and the chronology by letters. The lithology is given by various screens. Two main levels of accumulation terraces have been observed along the Crati and Savuto rivers where also four glacis levels were recognized. Two marine accumulation terraces have been mapped along the Tyrrhenian coast where the higher marine erosion terraces have been grouped into four levels.

Some detailed applied maps also have been derived from the survey work. They concern areas of special interest for the study of active erosion and mass movement processes as affecting agricultural land use and highway construction. The examples given show that the methods used are useful also for practical purposes.