

1027 GEOF

GEOF

1027

1954

O. VECCHIA

Pubblicazione N. 24
Dell'ISTITUTO di GEOFISICA APPLICATA
FONDAZIONE Ing. C. M. LERICI
del POLITECNICO di MILANO

no

Federico Bernabe Buje (Udine)	N. 17
----------------------------------	-------

78

LINEAMENTI GEOFISICI E GEOLOGIA PROFONDA NELLA SICILIA ED AREE CIRCOSTANTI

Estratto dalla
"RIVISTA DI GEOFISICA APPLICATA",
ANNO XV - N. 1 - 1954

ORLANDO VECCHIA ⁽¹⁾

LINEAMENTI GEOFISICI E GEOLOGIA PROFONDA NELLA SICILIA ED AREE CIRCOSTANTI ⁽²⁾

Dati utilizzati e costruzione delle carte.

Nella Sicilia e nei mari a Sud di essa sono state rilevate recentemente numerose misure di gravità. Ciò mi ha indotto a coordinare questi nuovi dati colle altre conoscenze accumulate durante gli ultimi anni in diversi settori della Geofisica ed a confrontare il tutto colla struttura geologica quale risulta dalle carte e dagli studi vecchi e nuovi.

Mi è sembrato tanto più opportuno svolgere questo lavoro in quanto da un lato il risorgere dell'interesse per le possibilità minerarie della Sicilia conduce ad approfondite ricerche parziali, geologiche e geofisiche, i cui risultati però rimangono segreti in gran parte, dall'altro sono stati pubblicati alcuni studi generali sul Mediterraneo centro-occidentale. La scala intermedia di questo lavoro permette d'inquadrare i primi in una visione d'assieme geologico-geofisica e fornisce ai secondi degli elementi di giudizio che non devono essere ignorati.

L'argomento aveva già attratto l'attenzione di altri studiosi poichè la Sicilia è stata oggetto di rilevamenti geofisici regionali assai per tempo e più di ogni altra regione italiana. Fabiani che ne ha trattato per ultimo (1953, 1954), ha già ricordato la letteratura passata; perciò ritengo inutile ripetere quali contributi si debbono ai geofisici che eseguirono i rilevamenti precedenti, come: Riccò, Venturi, Palazzo, Gallina, Guzzo, Mineo, Petrucci ed altri. Richiamerò tuttavia, man mano che se ne presenterà l'occasione, coloro che mi precedettero nell'interpretazione delle misure geofisiche.

Un nuovo rilevamento della Sicilia, il primo mediante gravimetro, è stato eseguito dall'Istituto Nazionale di Geofisica, che ha pubblicato una carta delle isoanomale di Bouguer ogni 10 mgal (Medi & Morelli 1952). Essa si fonda su 299

(¹) Dell'Istituto di Geofisica Applicata nel Politecnico di Milano.

(²) Questo studio è stato presentato alla Riunione della Società Geologica Italiana in Palermo (ottobre 1953).

stazioni di misura la cui distanza media è poco più di 9 km; la riduzione dei valori osservati è stata fatta estendendo sino al livello del mare, per ogni stazione, la densità superficiale valutata in base alle carte geologiche (¹).

Cooper, Harrison & Willmore (1952) hanno pubblicato i risultati di una campagna di misure pendolari eseguite in sommergibile nel Mediterraneo orientale con stazioni assai raffittite nel Canale di Sicilia ed attorno all'arcipelago di Malta; essi hanno calcolato pure le anomalie di Bouguer ed isostatica ma non hanno tracciato le linee isoanomale (²).

Nel presente studio sono state introdotte 52 di quelle misure inglesi, con riduzione di Bouguer, le quali si compenetrano colle misure di Cassinis G. (1935 e 1941). È a quest'ultimo che si deve la maggior parte delle misure pendolari in mare; si è attinto ad esse per il Mar Tirreno meridionale, per lo Jonio e per le acque tra la Sicilia, la Libia e la Tunisia: sono in tutto 45 stazioni le cui riduzioni sono state calcolate in parte da Morelli (1948) e in parte da Harrison (Cooper, Harrison & Willmore 1952).

Infine era evidente l'interesse di un collegamento colle terre laterali. Per l'andamento della gravità in Tunisia di NE servirono 32 stazioni tra quelle misurate nella Reggenza da Lagrula (1939) e da lui ridotte secondo Bouguer con densità variabile. Per la Calabria meridionale non vi sono che una stazione di Gallina e 12 molto vecchie di Riccò, che misurò anche a Stròmboli e Lipari, mentre a Venturi si debbono le vecchie misure di Ùstica e Pantelleria (per tutti vedasi Morelli 1948).

I risultati delle campagne nominate sono stati riuniti qui, ricavandone un'unica carta delle isoanomale di Bouguer. L'approssimazione delle linee isoanomale è diversa nelle varie parti della carta. In Sicilia le linee ogni 10 mgal sono sicure, in Tunisia alquanto di meno soprattutto a causa della maggior distanza tra le stazioni. Le misure pendolari in mare sono forzatamente assai meno precise, onde si tracciarono le isoanomale soltanto ogni 20 mgal; così pure si è fatto per le vecchie misure calabresi. Però, nel mare a Sud della Sicilia le stazioni sono ormai così fitte da mettere in evidenza le isoanomale ogni 10 mgal. In complesso le linee sono sufficienti per uno studio generale com'è il presente e possono essere sfruttate più a fondo entro il territorio siciliano.

Per comprendere meglio il quadro offerto dalla gravità è utile aver presente

(¹) In altra pubblicazione (VECCHIA O., *Carta della densità sino al livello del mare nell'Italia settentrionale etc.*, Boll. Geod. e Sci. aff., XI (1952), p. 337, Firenze) feci osservare che questo metodo talvolta può dar luogo ad errori notevoli sulla densità. Per il caso della Sicilia però, il confronto della carta delle densità adottate da Medi & Morelli con quella da me ottenuta con uno studio geologico tridimensionale secondo i principi della mia sud detta pubblicazione, mostra che le linee isoanomale della gravità tracciate da quegli AA. non devono subire quasi mai variazioni significative ai fini dello studio presente. Ciò troverà la sua conferma naturale nelle conclusioni a cui qui si perviene.

(²) Gli AA. avevano rimandato lo studio interpretativo ad una pubblicazione successiva, che era attesa al Congresso Geologico Internazionale di Algeri; però essa non è contenuta negli Atti sinora pubblicati.

la forma della superficie solida terrestre in questa parte del Mediterraneo (fig. 1); il fatto più saliente è che l'Africa si protende a formare una sporgenza, dai linea-

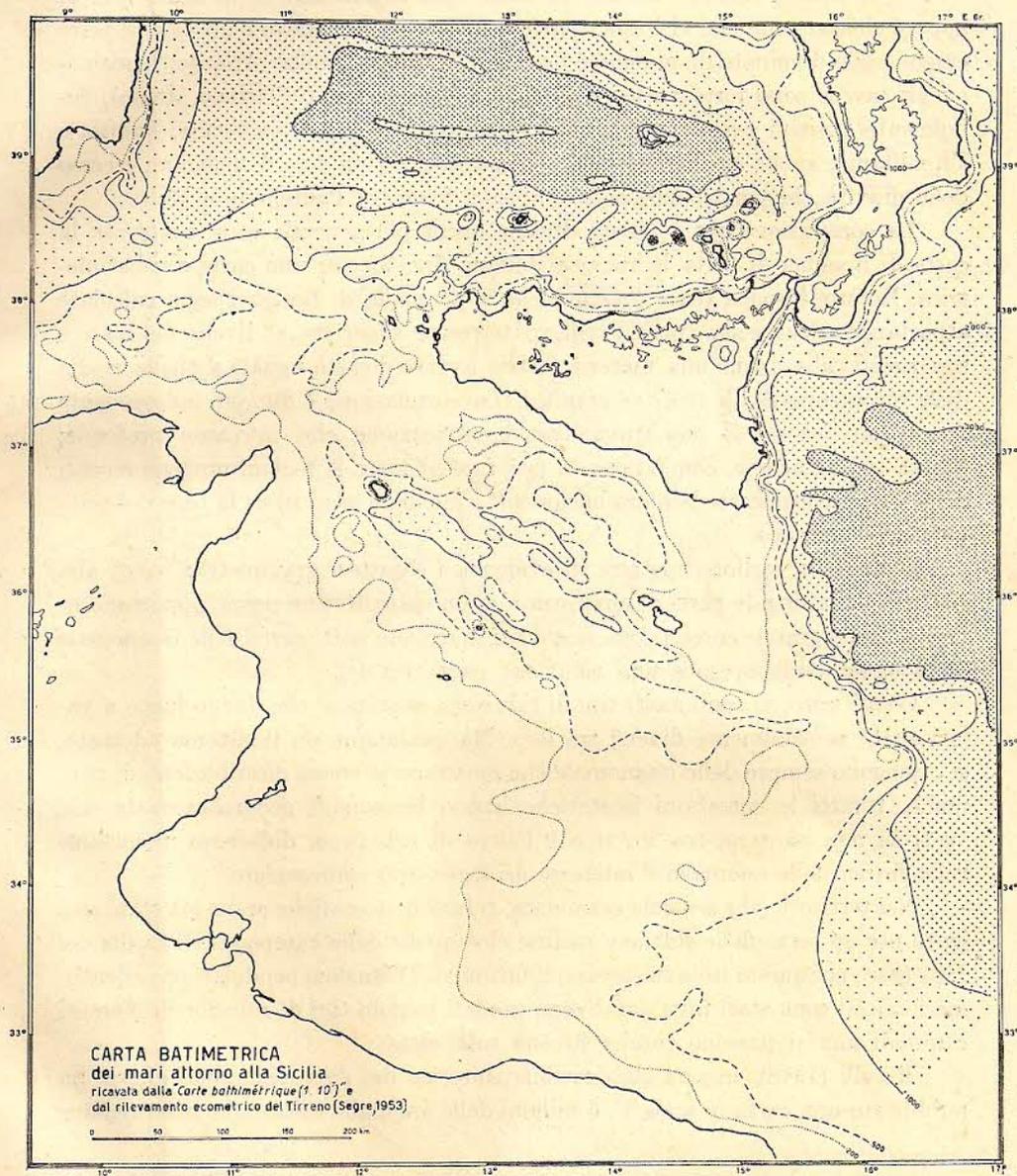


Fig. 1

menti simili a quelli del litorale tunisino, limitata dai due bacini tirreno ed jonio, e che la Sicilia ne costituisce la punta estrema. Inoltre il fondo di questi bacini, al di sotto dei — 2000 m, è a tipo oceanico ossia è un'amplessima piattaforma cir-

condata da una scarpata continentale quasi sempre ripida che dà accesso al ripiano superiore costituito dai fondali bassi e dalle terre emerse.

Se si osserva nel suo insieme la carta delle isoanomalie di Bouguer (fig. 2) appare chiaramente che vi è una correlazione stretta fra rilievo e gravità: le terre emerse sono dominate da anomalie negative (Calabria, Sicilia, Atlante Tunisino) i mari invece sono fortemente positivi dove sono profondi (Tirreno, Jonio), debolmente positivi ove hanno acque sottili ossia nel mare tra Sicilia, Tunisia e Tripolitania; anche in quest'ultimo mare poi si trova un'area di maggiore eccesso della gravità che corrisponde alla complessa fosse tra Pantelleria e Malta.

La correlazione qui evidente diviene ancor più generale se si confronta la carta di Bouguer di tutta la regione italiana (fig. 3) con una carta alti-batimetrica. Eppure bisogna tener presente che le anomalie di Bouguer sono calcolate asportando idealmente tutto il rilievo terrestre superiore al livello del mare e sostituendo alle acque una materia fittizia avente densità uguale a quella media delle rocce superficiali ($2,67 =$ granito). La correlazione è dunque indipendente dal rilievo esterno e non trova altra giustificazione che in cause profonde; questa constatazione, com'è noto, si può fare in tutte le regioni orogene recenti della Terra, considerate nei loro lineamenti generali, e costituisce la base del principio dell'isostasia.

Quando si vogliono mettere in evidenza i caratteri gravimetrici legati alla geologia delle singole parti di una terra o di un mare diviene perciò opportuno liberarsi dalla grande correlazione isostatica manifesta nella carta delle isoanomalie di Bouguer ossia operare una riduzione isostatica (¹).

Com'è noto, vi sono molti tipi di riduzione isostatica, che danno luogo a valori anche sensibilmente diversi tra loro. Ma qualunque sia il sistema adottato, si ottengono sempre delle isoanomalie che mostrano la stessa distribuzione di anomalie. Infatti le correzioni isostatiche hanno lineamenti geograficamente così vasti da non causare, tra un tipo e l'altro di riduzione, differenze importanti sulla forma delle anomalie d'interesse geologico qui contemplate.

Nel territorio che si vuole esaminare, riduzioni isostatiche erano già state eseguite per un terzo delle stazioni, escluse cioè quelle della campagna di Sicilia del 1952 (però per questa isola esistevano riduzioni di 71 stazioni pendolari precedenti); ma i calcoli sono stati fatti dai diversi geodeti usando tipi di riduzione differenti e quindi non si possono riunire in una sola carta.

Morelli (1948), in una elaborazione sintetica dei dati disponibili allora, ha pubblicato una carta in scala 1 : 6 milioni delle anomalie isostatiche nella regione

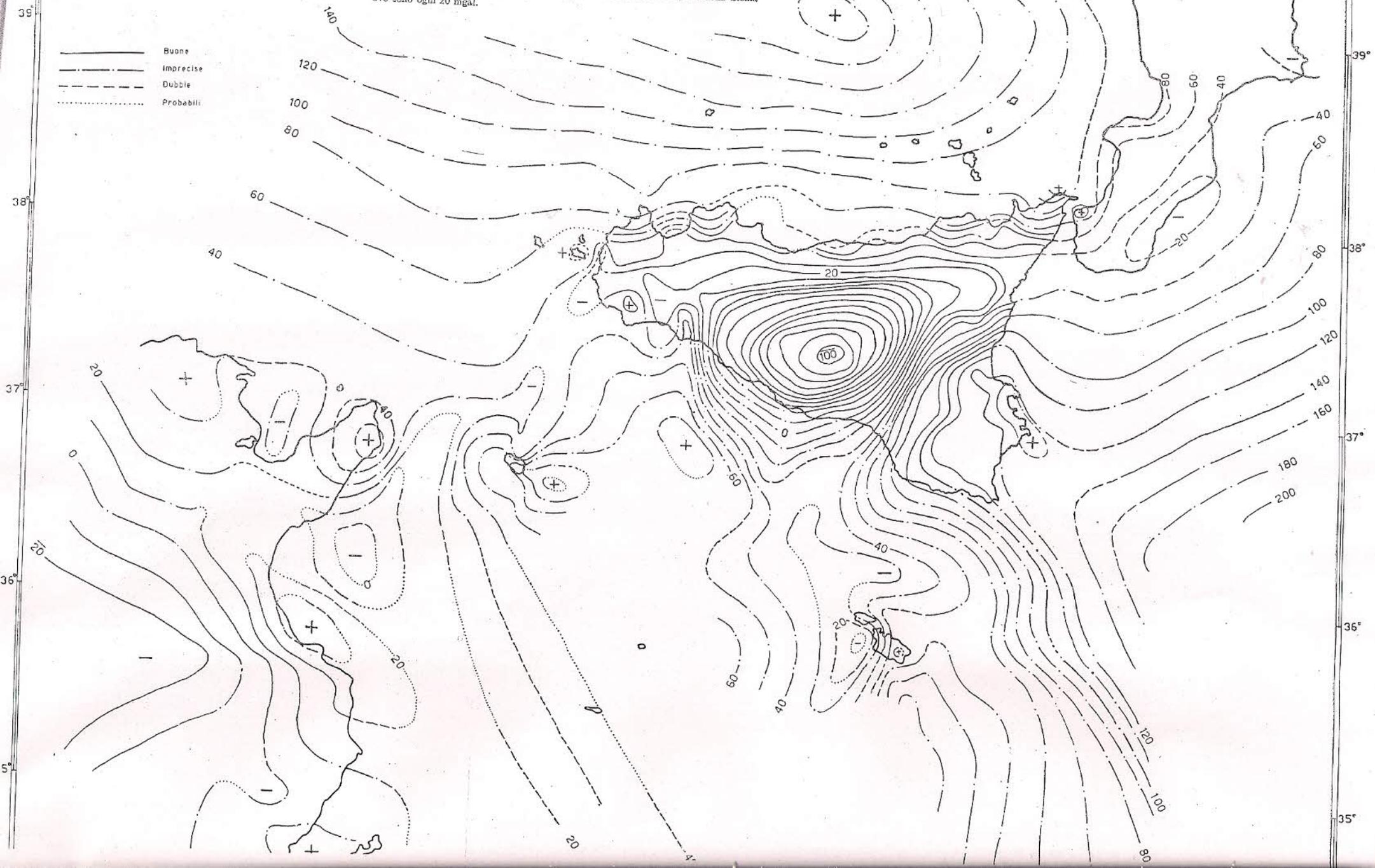
(¹) Si agisce così in modo corrispondente a quello usato nelle prospezioni gravimetriche in cui, per mettere in evidenza particolari strutturali d'interesse applicativo, si depurano le isoanomalie di Bouguer osservate sottraendo loro il campo regionale ossia le anomalie di grande estensione (queste ultime sono proprio quelle di cui si occupa lo studio qui presente). Poiché le prospezioni minerarie si estendono su aree piccole è inutile applicare ad esse una riduzione isostatica: l'interpretazione si basa sulle isoanomalie di Bouguer. Ben diverso è invece il caso dello studio regionale.

**ANOMALIE GRAVIDICHE DI BOUGUER
NELLA SICILIA ED AREE CIRCOSTANTI**

Compilate da O. VECCHIA (1953)

in base ai lavori di MEDTI e MORELLI (1952), COOPER, HARRISON e WILLMORE (1952),
CASSINIS (1935 e 1941), LAURULA (1939), RICCO, VENTURI e GALLINA (in MORELLI 1948).
Le linee isoanomalie sono ogni 10 mgal eccetto a Nord e ad Est della Sicilia
ove sono ogni 20 mgal.

- Buone
- - - Imprecise
- - - - - Dubbie
- Probabili



italiana con linee ogni 20 mgal, nella quale si leggono bene i lineamenti gravimetrici maggiori della Sicilia e dei suoi mari; la carta è calcolata nell'ipotesi di Hayford per una profondità di compensazione = 96 km.

Un lavoro analogo è stato eseguito dalla Sezione Geologica della Bataafsche Petroleum Maatschappij ricalcolando le stazioni di tutti i paesi del Mediterraneo occidentale colla riduzione unica di Hayford-Bowie per una profondità di 113,7 km (Hofman 1952). La carta che ne risulta, con isoanomale ogni 25 mgal e scala 1 : 10⁷, utilizza le stesse stazioni di quella di Morelli e concorda con questa nella parte in comune, pur essendo ovviamente meno particolareggiata; nonostante la maggior superficie contemplata, la carta non basta a chiarire i rapporti tra Sicilia e Tunisia.

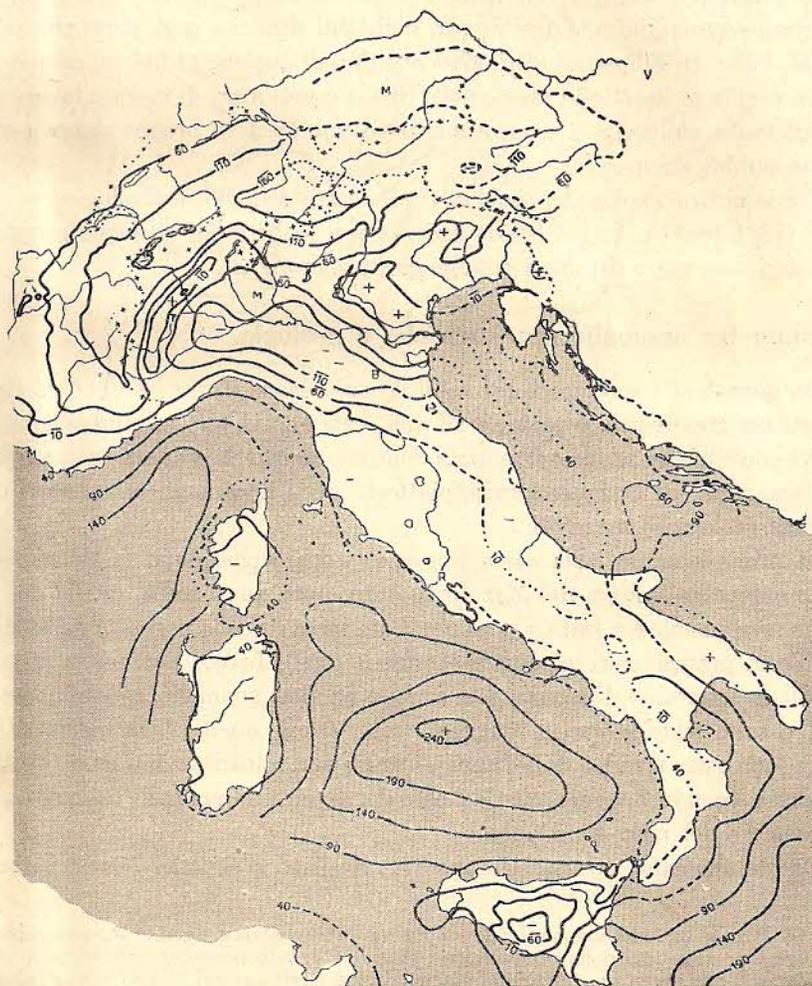


Fig. 3. — Cartina gravimetrica delle anomalie di Bouguer nelle Alpi e nella regione Italiana (v. Vecchia 1952)

In seguito alle ultime campagne, lo scrivente disponeva di 351 misure nuove, su un totale di 445, cosicchè valeva la pena di tracciare una nuova carta delle isoanomale isostatiche, in scala maggiore. Servirono allo scopo le correzioni isostatiche calcolate dalla Bataafsche (1952) ⁽¹⁾. Il risultato che qui si presenta è una carta delle isoanomale isostatiche nella Sicilia ed aree circostanti, disegnata alla scala 1 : 10⁶, con linee ogni 10 mgal.

Oltre ai dati gravimetrici, sono stati utilizzati per questo studio molti altri dati geofisici, per lo più limitati alla Sicilia. La carta delle isoanomale della componente orizzontale del campo magnetico è estratta dal benemerito lavoro di Morelli (1948), già più volte citato; per la componente verticale si è rielaborata la carta pubblicata da Petrucci (1936). La carta della sismicità del territorio siciliano e calabrese è estratta dall'opera generale di Baratta (1936) ed è integrata, per i sismi sottomarini, coi dati di vari bollettini sismici e cogli studi particolari di Caloi, Valle, Di Filippo ed altri. Mancano dati di qualche utilità sul campo geotermico e sulla radioattività areale nella Sicilia e suoi mari. L'ingente lavoro geoelettrico svolto sull'isola a scopo applicativo non ha dato origine sinora a quasi nessuna pubblicazione.

Per le notizie geologiche sono servite le carte dell'Ufficio Geologico in scala 1 : 10⁵ (1884-1886) e 1 : 10⁶ (1931) insieme con molti studi geologici generali e particolari, una parte dei quali saranno citati man mano.

Confronto tra anomalie gravimetriche e geologia.

Da quanto si è specificato nel capitolo precedente risulta che per studiare i rapporti tra gravimetria e geologia ad una scala adatta alla interpretazione tettonica è conveniente adoperare la carta delle isoanomale isostatiche mentre quella delle isoanomale di Bouguer servirà piuttosto per i lineamenti complessivi delle provincie geologiche maggiori.

Al primo sguardo sulla carta isostatica appare che, dopo la riduzione, la grande anomalia positiva del Mar Jonio è divenuta quasi nulla, quella del Mar Tirreno meridionale è ridotta a poco più di un terzo e quella negativa dell'Atlante è anch'essa praticamente eliminata (Hofman 1952). Invece l'anomalia negativa della Sicilia centrale è diminuita solo di poco ed altre anomalie, specialmente positive, o sono state messe in maggior risalto (come quella della Sicilia di SE) oppure sono state rivelate di bel nuovo mentre non apparivano in modo esplicito nella carta secondo Bouguer, com'è il caso del sistema di anomalie della costa settentrionale e del mare antistante.

Queste anomalie, persistenti dopo aver livellato le asperità terrestri ed aver

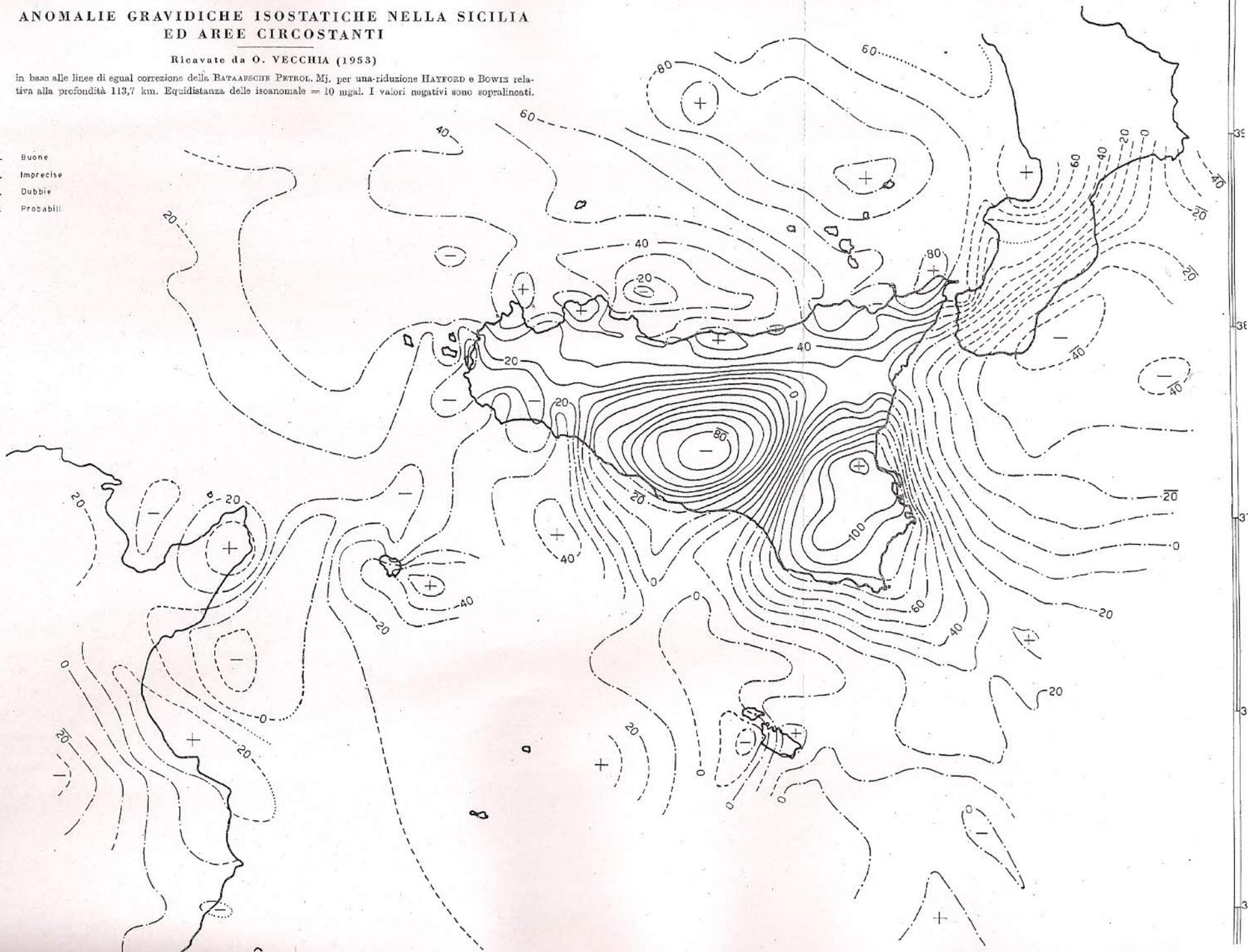
⁽¹⁾ Benchè la Commissione Geodetica Italiana abbia iniziato i lavori per una riduzione omogenea e perfezionata delle nuove misure italiane, è stato necessario utilizzare le correzioni olandesi per avere una riduzione omogenea sul territorio dei diversi Stati. Le correzioni olandesi, pur essendo di carattere piuttosto speditive, sono sufficienti per il tipo di considerazioni che si volevano trarre qui.

ANOMALIE GRAVIDICHE ISOSTATICHE NELLA SICILIA
ED AREE CIRCOSTANTI

Ricavate da O. VECCHIA (1953)

in base alle linee di equal corezione della BATAVISCHE PETROL. Mj. per una riduzione HAYFORD e BOWIE relativa alla profondità 113,7 km. Equidistanza delle isanomale = 10 mgal. I valori negativi sono soprinalinati.

- Buone
- - - Imprecise
- - - Dubbie
- Probabili



sottratto l'effetto regionale isostatico, debbono dipendere dalle condizioni geologiche dello spessore compreso tra il geode e la superficie di compensazione isostatica, salvo gli effetti a largo raggio di insufficienti compensazioni isostatiche di certe regioni o di incompleta rispondenza del sistema di riduzione ⁽¹⁾.

Si comincerà la descrizione delle anomalie isostatiche da quelle settentrionali, che erano praticamente sconosciute ⁽²⁾ e si esporranno dapprima i rapporti tra anomalie gravimetriche e caratteri geologici più evidenti, poi si farà un confronto colle anomalie del campo magnetico e colla sismicità.

La grande anomalia positiva del bacino tirreno meridionale, che copre la parte più profonda di quel mare, non arriva sino alle coste come sembrava nelle carte isostatiche a scala minore, bensì ne è separata da un « fossato » ⁽³⁾ gravimetrico siculo-eolio, compreso tra la costa settentrionale siciliana e l'allineamento delle isole Ùstica-Alicudi-Stromboli, il quale si continua con un « fossato » analogo antistante alle coste tirreniche calabresi. Questo lineamento nuovo si sovrappone assai strettamente al terrazzo sottomarino a superficie incavata che sta davanti alla costa siciliana.

Si tratterà di quest'area nell'ultimo capitolo, tuttavia si può ricordare sin da ora che i sismologi avevano già congiunto tra loro con un allineamento sismico la collana d'isole vulcaniche che si sgrana lungo l'orlo settentrionale del fossato (Baratta 1936), ad indicare qui la presenza di una grande frattura. Ad occidente di Ùstica, secondo la nuova batimetria ecometrica pubblicata da Segre (1953), altri rilievi, presumibilmente vulcani, si allineano lungo l'orlo dell'anomalia positiva.

Il « fossato » gravimetrico è suddiviso in diversi tratti da « selle » positive: una tra il Capo Vaticano ed il ramo orientale delle isole Lipari, l'altra tra l'isola

(1) Nelle anomalie contenute nella carta sono comprese pure le irregolarità dovute ad inomogeneità della sottratta piastra di Bouguer, ma esse sono tenui e ristrette, cosicchè in pratica scompaiono.

(2) Gli AA. anteriori a Morelli (1948) accennano bensì ad anomalie positive lungo la costa settentrionale di Sicilia ma è facile vedere che non si tratta della stessa cosa poichè essi si riferiscono tutti alle anomalie « in aria libera » (o di Faye) le quali rappresentano solo uno stadio incompleto di riduzione delle misure di gravità, in cui non si era ancor tenuto conto dell'attrazione delle masse che stanno tra il geode e la superficie terrestre. Le anomalie in aria libera, che ora non si usano mai sole ma sempre conglobate con quelle di Bouguer, sono dunque fortemente influenzate dal rilievo, il che talvolta le porta ad assomigliare alle anomalie isostatiche tal'altra invece a differirne sostanzialmente. Ad esempio, sulle carte delle anomalie in aria libera il Monte Etna corrisponde ad un « pinnacolo » positivo ma questo è illusorio ed infatti nelle carte di Bouguer od isostatiche scompare; egualmente avviene per le isole minori dell'arcipelago siciliano. La stessa esagerazione ma con segno invertito la si trova in corrispondenza dei mari profondi (Jonio e Tirreno) come si può vedere confrontando le carte delle isoanomalie di Faye e di Bouguer in Morelli (1948).

Nella carta isostatica di Morelli le anomalie che si stanno descrivendo non comparivano a causa della insufficienza dei dati e della scala minore.

(3) Viene spontaneo di usare per i lineamenti gravimetrici nomi come « fossato », « bacino », « dorsale », « sella », etc. anche se a rigore questi nomi sono impropri. Il fatto è che sono nomi suggestivi e corrispondono pure, come si vedrà, a qualche cosa di reale.

d'Ustica ed il Capo S. Vito. Il tratto di « fossato » compreso tra esse è quello che presenta il *minimum* gravimetrico e cioè al largo del Golfo di Palermo.

Proprio lungo la costa si sviluppa un altro lineamento nuovo: la « dorsale » gravimetrica peri-tirrena (calabro)-sicula, accidentata da una serie di culminazioni e depressioni; sembra che questa « dorsale » (o sue analoghe) si manifesti lungo tutte le coste del Mar Tirreno e forse di gran parte del Mediterraneo (¹).

La presenza delle anomalie positive significa, com'è noto, che sotto la superficie del geode liscio di ogni asperità e cavità, esistono delle masse di rocce aventi densità superiore a 2,67, cioè rocce basiche od ultrabasiche; se le anomalie sono molto forti o strette ed acute, le masse suddette devono trovarsi a profondità limitata. È ciò che si verificherà qui.

Sino da dove è stato possibile tracciare le isoanomale isostatiche, ossia dalla Calabria, appare una anomalia positiva posta sul Golfo di S. Eufemia, tondeggiante; sul suo contorno si osservano serpentine nelle filladi tra Nicastro ed Amantea ed inoltre gli affioramenti di kinzigiti di Filadelfia e Monteleone. Anche in corrispondenza della costa, gravimetricamente positiva, di Tropea-Palmi-Reggio si osservano affioramenti di dioriti e kinzigiti presso Palmi. Invece nell'ultimo nucleo positivo calabrese di Scilla-Villa S. Giovanni non sono visibili rocce pesanti in superficie; d'altra parte questo è un territorio caratterizzato dal vistoso sollevamento recente dei Piani dell'Aspromonte i cui rapporti colle cause profonde d'anomalia gravimetrica risulteranno più avanti.

In realtà l'ultimo nucleo gravimetrico citato non è che una propaggine staccata, in corrispondenza della faglia dello stretto di Messina, dal nucleo principale di Capo Rasocolmo-Milazzo; qui si ritiene che il basamento gneissico sia sollevato e rovesciato a Sud sulle filladi, inoltre il territorio del Peloro è innalzato fortemente come mostrano gli antichi terrazzi costieri. Nel Golfo di Patti la insenatura delle linee isoanomale, che separa il suddetto nucleo di Milazzo dal successivo, è sottolineata da due allineamenti NO-SE di filoni mineralizzati idrotermali e di sorgenti termominerali che si possono interpretare come linee di frattura all'incirca secondo le direzioni: Ali-Castroreale e Patti-Forza d'Agrò (fig. 8).

La propaggine successiva della « dorsale » gravimetrica peri-tirrena siciliana copre quella parte del Dènone che sta a N di Montalbano, Tortorici e S. Agata: sembra trattarsi di un lembo sollevato di basamento cristallino, circuito mediante fessura perimetrale da un anello di Mesozoico calcareo. La cresta dell'anomalia, assai aguzza, si trova in mare da Capo Calavà al largo del Capo di Milazzo.

Il tratto di anomalia peri-tirrena sinora descritto cioè sino a S. Agata, è quello d'intensità più alta e corrisponde all'affiorare del basamento cristallino, col massimo valore a Capo Rasocolmo. Procedendo fuori del Cristallino verso

(¹) Per l'Italia vedansi le carte nella pubblicazione di Vecchia (1952) inoltre vi sono diversi altri dati in corso d'elaborazione; per uno sguardo al Mediterraneo occidentale v. Hofman (1952); per la costa algerina v. Gourinard (1952); per quella siro-libanese v. De Cizancourt (1948).

occidente, l'anomalia scende bruscamente a valori più bassi perchè s'approfondisce ciò che la causa; in questo secondo tratto la carta isostatica mostra una lieve culminazione e proprio qui, presso Caronia, vi è un piccolo affioramento di Lias superiore in una plaga eocenica compresa nel territorio oligocenico.

Mentre quella di Caronia è una culminazione gravidica molto piccola, quasi in ragione dell'entità dell'affioramento, ve n'è una assai più vasta tra Pettineo, Castelbuono e Capo Plaja, che si potrebbe chiamare di Cefalù. Ad essa corrispondono caratteri geologici ben più vistosi; qui il Mesozoico spunta quasi dappertutto dalla coltre cenozoica tra la litorale e le Madonie, però esso è più sollevato ai margini dell'anomalia quasi che la parte centrale fosse poi sprofondata (¹). L'anomalia di Cefalù si protende alquanto a SO, come appare dalla forma dell'isoanomala 40 mgal; infatti le rocce più antiche affiorano a Monte Rasolocollo (Permico) ed in maggior misura a Scàfani e Calvavuturo (Mesozoico). La tettonica di questi monti (Trevisan 1935, Tongiorgi & Trevisan 1953) è frutto evidente di spinte diapiroidi che la gravimetria indica essere causate da masse eruttive pesanti profonde; con ciò si accorda la presenza della fonte termo-solfurea di Scàfani.

La « sella » che limita ad O l'anomalia di Cefalù e corrisponde alla bassa valle del fiume Torto, a N di Montemaggiore, coincide con ciò che la carta geologica lascia apparire come una sinclinale, o forse un fossato, di direzione trasversale NNO. Al di là della « sella » la cresta della « dorsale » gravimetrica peritirrena continua ed è assai aguzza: culmina nella lunga anomalia di Términi Imerese tra il Monte S. Calògero ed il P.zzo di Cane; essa si estende dunque sull'area degli affioramenti mesozoici a nucleo norico e sul suo fianco N, forse terminante per faglia, sgorga l'acqua calda clorurata di Términi.

L'area di Cenozoico che interrompe gli affioramenti mesozoici sino a Misilmeri ed al Fiume Ficarazzi si accorda con una depressione della cresta dell'anomalia gravimetrica. Poi questa riprende, sempre acuta, nell'area dei monti calcarei di Palermo coprendone dapprima solo una stretta striscia dai pressi di Misilmeri a Parco (ciò che conferma ancora una volta che non si tratta di effetto del calcare) la quale segue l'asse dell'anticlinale nel Triassico. Nei pressi di Parco la « cresta » gravimetrica incontra un'ampia anomalia tondeggiante, fortemente positiva, che copre i monti ad O di Palermo ed una parte del mare a N di essi. A S della « cresta », ma ad una certa distanza, sgorgano le acque termo-clorurate di Cefalà Diana ed affiorano le rocce eruttive basiche indicate da Fabiani (1926).

L'ampia anomalia positiva suddetta, che ha centro a Carini, forma colla

(¹) Ciò conferma, se occorresse, che l'eccesso di gravità non è dovuto ai monti calcarei in sé, i quali sono in buona parte periferici rispetto al nucleo della culminazione gravimetrica. Il calcare ha densità intermedia tra quella delle rocce basiche e quella delle cenozoiche ossia vicina a quella media delle rocce superficiali; perciò influisce poco sull'aspetto delle isoanomalie regionali che si stanno illustrando qui. Il suo effetto potrebbe apparire in modo esplicito se si facessero rilevamenti gravimetrici più fitti come si fanno nei problemi di geologia degli idrocarburi.

« cresta » precedente un'« insenatura » che corrisponde alla bassa valle del Fiume Oreto. Questa, secondo l'interpretazione di Baldacci, sarebbe un fossato e ciò si accorderebbe anche colla forma delle isoanomalie le quali mostrano che l'« insenatura » gravimetrica confluisce nel « bacino » del Golfo di Palermo, già descritto. Effettivamente la grossa faglia NE segnata da Baldacci per Monreale corrisponde al fianco ripido dell'anomalia di Carini ed è sottolineata dalla fonte termo-solfurea dell'Acquasanta (Palermo).

L'anomalia di Carini copre tutti i monti dolomitici del Trias superiore che secondo l'interpretazione di Fabiani & Trevisan (1940) costituiscono la quasi totalità delle « Falde di Palermo »: non si può lasciar passare inosservata questa coincidenza poichè secondo l'immagine che se ne ricava dalla gravimetria apparirebbe piuttosto che i monti calcarei sono radicati. Forse le lame di argilloscisti cenozoici insinuate tra i calcari triassici sono effetti di accavallamenti locali sopra uno zoccolo di dolomie triassiche autoctone, zoccolo che del resto è rappresentato anche nei profili degli AA. citati. Le differenze di *facies* che sembrano appoggiare la teoria delle « falde » potrebbero essere variazioni a breve distanza quali sono consuete nei calcari di scogliera.

In corrispondenza del Golfo di Castellammare vi è una « insellatura » gravimetrica proprio laddove lungo il litorale vi è un abbassamento degli strati mesozoici, in parte per un complesso di faglie (Fabiani 1952, Floridia 1931); là è la fonte termo-solfurea di Alcamo.

Poi inizia la « culminazione » gravimetrica di Capo S. Vito che ha il suo massimo in mare a N di questo capo; essa però si prolunga assai verso SSO cioè sino a ricoprire anche una parte della grande plaga eocenica del Trapanese. Si tratta in superficie, come indica Fabiani (1931), di un territorio mesozoico a pieghe, a malapena ricoperto dalla coltre argillosa miocenica e racchiuso da una cerchia di monti calcarei mesozoici rialzata ai bordi; lungo il litorale di NE, da Castellammare a Capo S. Vito, il fondo mesozoico si solleva di più con grandi affioramenti di Trias carnico. Testimoni della causa dell'anomalia gravimetrica sono però i resti di attività vulcanica basica quali quello di Segesta (Floridia 1949) di età giurassica e quello di Custonaci, a S di Punta del Saraceno, forse pleistocenico (Cipolla 1932).

La pianura litorale a S di Tràpani ed il mare antistante sino alle isole Égadi, sono occupati da una ristretta anomalia negativa dagli orli tanto ripidi da lasciar pochi dubbi che si tratti di una zona affossata, anche se superficialmente non ne traspare nulla. Invece le isole Lévanzo e Favignana, di calcare mesozoico, stanno sul dorso di un ultimo nucleo gravimetricamente positivo.

Quanto si è descritto sinora è l'andamento della « cresta » dell'anomalia peritirrena sicula. Occorre però tener presente che essa sorge su di una specie di « terrazzo » esteso alquanto verso l'interno della Sicilia. L'orlo di questo « terrazzo », ch'è discretamente brusco, si può tracciare da Est ad Ovest lungo una linea da Cesarò a Polizzi a Bisacquino (con le riserve espresse nella nota a pag. 15).

La parte orientale dell'orlo di questo « gradino » gravimetrico corrisponde alla fascia di affioramento eocenico che va dal fianco NO dell'Etna a Petralia, la quale ha nucleo cretacico almeno in parte (De Stefani 1947): essa separa la fascia oligocenica, avente lieve pendenza a N, dal bacino mio-pliocenico della Sicilia centrale. Nel settore delle Madonie, sull'orlo del « gradino » vi sono i due rilievi diapiroidi di Caltavuturo e Selàfani, oltre al Cenomaniano di Polizzi.

La parte occidentale del « terrazzo » gravimetrico, che si allarga molto, è caratterizzata dalla presenza di una serie di rughe parallele, a nucleo mesozoico, che si succedono verso S passando da una direzione E-O ad una leggermente accostata verso S; esse sono: i rilievi da Cefalà Diana (fonte termale) a S. Cipirrello, da Roccapalumba a Vicari a Rocca Busambra, da Borgo Regalmici a Prizzi a Bisacquino. Alcuni di questi rilievi sono contrassegnati da manifestazioni di rocce eruttive basiche.

Se ora si esamina il mare a Sud della Sicilia appare anche qui, come nel Mar Tirreno, una vasta area di anomalia positiva, peraltro assai scarsa di misure, che copre parte della fossa morfologica tra Pantelleria e Malta; l'isola vulcanica di Pantelleria sta alla sua punta NO, presso una notevole culminazione. Ma l'anomalia suddetta è separata dai litorali di tutti i lati mediante delle strisce di minor gravità. In una cerchia più esterna sta poi una collana di plaghe anomale positive le quali penetrano nell'interno delle terre emerse maggiori.

In terra africana vi è un'anomalia positiva lungo la costa di Susa ed un'altra sulla penisola di Capo Bon. Verso la Sicilia vi è un'area positiva marina che culmina sul Banco Terribile ed in quello di Graham, su cui apparve per breve tempo nel 1831 l'isola vulcanica Ferdinandea; ciò fa intravedere i rapporti di quell'anomalia con masse eruttive pesanti.

L'anomalia del Banco Terribile si protende verso la Sicilia e la raggiunge con due rami: uno ad Est di Mazzara del Vallo e l'altro a Sciacca. Il primo ramo, che entra da Capo Granitola, non trova riscontro in alcun carattere geologico riconoscibile dalla superficie. Il secondo ramo è assai più importante; la sua parte culminante si estende da Capo S. Marco a Sciacca sino a Sambuca: essa s'accompagna coll'affioramento di Trias di Caltabellotta, col Monte San Calògero, colle fonti termominerali e le stufe di Sciacca. Ma l'anomalia di Sciacca si prolunga verso N e, benchè indebolendosi, va a unirsi con quella peri-tirrena attraverso una « insellatura » nei pressi di S. Margherita Belice. La giunzione si fa sul lato Est a Contessa (basalto), sul lato Ovest avviene invece lungo un arco per il monte di Menfi, Santa Ninfa e Salemi. L'andamento planimetrico delle fasce di gessi, quasi tangenti a Salemi, indica che l'orlo di questo arco è una direzione di massimo sforzo tettonico.

Una posizione particolare spetta ai Monti Sicani poichè essi stanno più a S dell'orlo dell'anomalia positiva peri-tirrena. Non fa meraviglia che il calcare mesozoico di cui si compongono influenzi poco le isoanomale regionali in quanto le anomalie sinora descritte sono provocate da masse eruttive basiche sottostanti

piuttosto che dal Mesozoico calcareo; bensì è degno d'attenzione che qui abbondino le manifestazioni di rocce eruttive basaltiche, con sorgenti minerali, disposte grossolanamente in direzione SE, da Contessa a SE di Bivona. È possibile che vi sia qui un fascio di fratture lungo la bisettrice dell'angolo tra l'anomalia peritirrena e quella di Sciacca, e che le fratture agiscano da vie d'uscita di filoni basaltici.

L'ultima anomalia positiva da considerare nel canale di Sicilia, è quella della Sicilia di SE; è un'anomalia assai estesa e d'intensità enorme (oltre 110 mgal) di cui tutti gli studiosi hanno sottolineato l'evidente dipendenza da masse eruttive basaltiche sottogiacenti. La forma poligonale e l'allungamento in direzione NE-SO da Augusta a Ragusa, si accordano con noti sistemi di faglie tra cui le più manifeste limitano l'altopiano calcareo ragusano sui lati di Ispica (Spaccaforno) e Comiso. Anche a N l'anomalia termina a « terrazzo » con un orlo diritto ENE in coincidenza col cessare delle manifestazioni basaltiche tra Palagonia e la foce del Simeto. L'altra direzione di faglia è quella di NNO lungo la quale si estendono i basalti ed i tufi tra Buccheri e Palagonia. Il ripidissimo fianco dell'anomalia verso il mare Jonio indica che la costa siracusana è formata da un fascio di faglie aventi tale direzione.

Le faglie di Comiso sembrano continuarsi, attraverso l'altopiano, coll'allineamento eruttivo Buccheri-Lentini ma l'anomalia gravimetrica presenta il suo massimo tra questo allineamento e quello di Palagonia-foce Simeto, ossia in corrispondenza dell'area del lago prosciugato di Lentini; anche qui, come in certe anomalie del litorale tirreno, il massimo di gravità sta su aree abbassate.

All'estremità occidentale della Piana di Catania appaiono le due rughe E-O dei Monti Jùdica e Scalpello che trovano riscontro solo in un malcerto lieve gradino delle isoanomale. Poichè si è già mostrato più volte che in un rilevamento gravimetrico a scala così regionale, com'è il presente, il calcare influisce in modo trascurabile sulle anomalie, sarebbe troppo affrettato concludere che, non apparendovi anomalia gravimetrica chiusa, sotto questi monti vi sia il Cenozoico argilloso; si ricordi anche che sotto il calcare vi è una formazione di argilloccisti paleo-mesozoici. La dipendenza della tettonica dei Monti Jùdica e Scalpello da componenti orizzontali di spinta N-S è indubbia (Scalia, 1910); potrebbe darsi che nonostante l'infiltrazione magmatica al loro estremo orientale, le due rughe siano relativamente epidermiche. Esse potrebbero essere causate da componenti orizzontali di spinta tra le masse che provocano l'anomalia di Sud-Est e quella peritirrena, in modo analogo a quanto si è supposto per i Monti Sicani.

La grande anomalia ora in esame presenta verso SE un ampio gradino corrispondente alla pianura costiera tra Siracusa e Pachino, con affioramento di basalti in quest'ultimo luogo cioè sulla punta estrema dell'orlo del gradino. L'anomalia si protende anche in mare, ancora verso SE, e prosegue assai oltre Capo Passero diminuendo sino ad una specie di terrazzo gravimetrico sul cui estremo Ovest si trova l'arcipelago di Malta, sul dorso di una culminazione locale; anche

sotto Malta dev'esservi una massa di rocce eruttive pesanti, posta laddove un'area gravimetricamente positiva si affaccia ad una « fossa » negativa; le direzioni delle linee isoanomale locali sottolineano le direttrici tettoniche dell'arcipelago, cioè NO-SE e NE-SO (Rizzo, 1914).

Il Monte Etna, vulcano basaltico, si trova sulla « sella » che unisce l'anomalia di Sud-Est con quella peri-tirrena ⁽¹⁾; non sembra invece potersi porre in rapporto colla faglia di Comiso o col ramo SE delle isole Eolie come molti hanno supposto.

L'insieme delle anomalie positive descritte sinora, forma in Sicilia una specie di telaio a forma di π tra i cui rami sono racchiuse delle anomalie negative. La più importante, anzi quella per eccellenza, che ha attirato l'attenzione degli studiosi sin dalle più antiche misure, è il « bacino » gravimetrico della Sicilia centrale. Recentemente Fabiani (1953 *a, b*) ha rifatto la storia delle varie interpretazioni date sinora a quest'anomalia; perciò qui ci si limiterà ad esporre alcune considerazioni integrative.

L'anomalia centrale diminuisce solo di un quinto colla riduzione isostatica, per causa della mancanza di elevazione dell'area negativa rispetto al territorio circostante e per la bassa densità dei sedimenti che stanno sopra la superficie geoidica. Quindi o non vi è equilibrio isostatico nel Sial oppure l'anomalia è l'effetto di accumulo di sedimenti leggeri. La prima causa non si può escludere *a priori* anche se è ristretta l'area in cui dovrebbe mancare l'equilibrio; la seconda è la spiegazione già avanzata da Medi & Morelli ⁽²⁾.

⁽¹⁾ I caratteri gravimetrici di questo monte sono meno certi di quelli delle altre parti della Sicilia soprattutto perchè Medi & Morelli (1952) hanno attribuito la densità 2,9 dei basalti compatti a tutta l'area coperta dalle lave (in realtà assai più leggere), mentre gran parte del basamento di quel vulcano è costituita prevalentemente da argille (Floridia 1953). Tenendo conto di ciò, dovrebbero aumentarvi un poco i valori della gravità ridotta.

⁽²⁾ Questi AA. hanno osservato che adottando per le riduzioni di Bouguer valori un poco diversi da quello prescelto da loro (2,2) non si modificherebbe sensibilmente l'anomalia negativa centrale e ne deducono che questa, poco influenzata anche dalle riduzioni isostatiche, « non può essere attribuita solo alle stratificazioni più esterne della crosta, ma rispecchia probabilmente caratteristiche degli strati più profondi di questa. È così probabile che la grande anomalia negativa corrisponda ad un'ampia fossa... nella quale si sono venuti accumulando in un modo o nell'altro sedimenti a bassa densità ».

Infatti aumentando o diminuendo di 0,2 la densità, l'anomalia di Bouguer varierebbe di $\mp 0,8$ mgal ogni 100 m d'altitudine delle stazioni ossia il minimo valore della gravità, ch'è a Caltanissetta, cambierebbe di ∓ 4 mgal; (quasi eguale (3,4) è anche la variazione media che si avrebbe per tutta l'area compresa entro l'isoanomala zero di Bouguer, però l'errore andrebbe aumentando da zero, a Licata, sino a 6 mgal nel tratto settentrionale dell'isoanomala e ciò sposterebbe verso N l'orlo S dell'anomalia peri-tirrena).

Questo scarso effetto della densità degli strati superficiali dimostra il malinteso ch'era alla base delle spiegazioni dell'anomalia negativa date da Fossa-Mancini (1924, 1925) e da altri precedenti, che la attribuivano agli affioramenti della serie gessoso-solfifera. D'altra parte quelle spiegazioni sono smentite anche dalla forma dell'anomalia, che ha valore crescente gradualmente verso il centro mentre lo spessore del Sarmatico-Pontico non segue questa regola.

A Fabiani (1953 *a, b*) è sembrato che vi sia una contraddizione tra lo scarso effetto della densità superficiale e la spiegazione dell'anomalia mediante una fossa ripiena di sedimenti leggeri. La contraddizione non esiste se si tiene presente che colle riduzioni apportate alle misure si è spianato idealmente il territorio di ciò che sta sopra il livello del mare ma

L'anomalia negativa centrale è spiegabile con uno spessore di sedimenti leggeri (sotto il livello del mare) quale è lecito ammettere; infatti per ottenere un *deficit* come quello riscontrato occorrerebbero, a seconda delle densità elencate, i corrispondenti spessori di sedimenti:

Densità	Anomalia di	
	Bouguer	Isostatica
2,0	3700 m	3000 m
2,2	5300	4200
2,4	9600	7700

L'anomalia teoricamente giusta da considerare è quella isostatica ed essa dà i valori più bassi; però la densità più probabile è l'ultima (¹).

Se le cose stessero nel modo considerato, nei pressi di Caltanissetta si dovrebbe contare su uno spessore di 8 km di arenarie, gessi, argillocisti, calcari teneri e marnosi. Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile confrontare questi valori colle serie stratigrafiche, anche perchè c'è la grande incognita della serie di « Flysch » paleozoico; del resto ciò non avrebbe senso dato il presunto chaos tettonico. Uno spessore come quello ora annunciato è stato misurato anche nei pressi di Bologna da Wiedenmayer nella serie cenozoica argillocistosa, dunque non deve far meraviglia. Inoltre, a famigliarizzarci con questa idea stanno i risultati delle vecchie perforazioni per ricerche di petrolio (Fabiani 1952 *b*) praticate lungo l'orlo settentrionale dell'anomalia negativa, le quali raggiunsero le profondità indicate tra parentesi senza uscire dagli argillocisti: Bivona (1104 m), Lercara (1483), Gangi (1148), Nicosia (2016).

Lo spessore indicato nella valutazione di cui sopra rappresenta tuttavia un valore massimo mentre rimarrebbe l'ipotesi intermedia che permetterebbe di attribuire una parte del *deficit* di gravità ai sedimenti leggeri ed un'altra allo squilibrio isostatico; su questo punto si tornerà a pag. 29.

Nell'estremo Ovest della Sicilia vi è un'altra anomalia negativa che ha un ramo tra Tràpani e Marsala, l'altro gigante da Marsala a Partanna e Porto Palo.

rimane il difetto di gravità dovuto ai sedimenti leggeri che si trovano sotto; è a questo che M. & M. attribuiscono l'anomalia.

Tuttavia non si possono seguire questi due Geofisici nelle estensioni di carattere geologico che essi hanno dato alla interpretazione. Ciò che li ha indotti ad avallare « l'ipotesi dell'accumulo dei sedimenti per traslazione » è « la presenza di grandi blocchi calcarei, quali i M. Sicani, affioranti proprio nell'area depressa ». In realtà questo argomento è debole e non probante: debole perchè sotto i M. Sicani la differenza di densità tra i calcari e le altre rocce sedimentarie si riduce a ben poco (si deve scendere al livello del mare), non probante perchè come si è visto a pag. 13 si possono dare altre spiegazioni alla scarsità di rilievo gravimetrico di tali monti, cui va assimilato anche il gruppo del M. Jùdica.

(¹) Gli autori antecedenti hanno adottato densità più basse; i loro valori sono giusti per gli strati superficiali ma con spessori di alcuni chilometri la densità media cresce parecchio: vedansi ad es. i valori scelti da Gourinard (1952) in base a misure su campioni estratti da fori approfonditi oltre 2000 m in sedimenti analoghi d'Algeria.

Qui il difetto di gravità è esiguo e bastano a giustificarlo spessori di sedimenti pari a 1/5 di quelli di Caltanissetta per il primo ramo, di 1/10 per il secondo.

Confronto coll'anomalia magnetometrica e colla sismicità.

Il confronto delle zone di anomalia gravimetrica positiva coi caratteri geologici dei luoghi ove esse si manifestano ha permesso di concludere che le anomalie sono dovute a rocce molto pesanti quali sono quelle basiche ed ultrabasiche; d'altra parte queste rocce appaiono alla superficie in parecchi luoghi sotto forma di vulcani, e loro ejetti che sono sempre classificati come basaltici. Le rocce eruttive di tale tipo sono fortemente magnetiche, perciò lo studio delle anomalie magnetometriche in questo territorio è una integrazione necessaria di quello gravimetrico.

È noto tuttavia che in vari paesi dell'Europa lo studio delle anomalie magnetometriche fatto allo scopo d'indagare la geologia profonda ha dato risultati interpretabili solo in parte. Infatti in quei casi (Belgio, Olanda, Germania, etc.) le anomalie avevano le loro cause nel basamento cristallino, il quale è composto di rocce metamorfiche e lardellato di intrusioni acide e basiche cosicchè il suo magnetismo è fortemente variabile da un'area all'altra.

Anche nel caso della Sicilia il cristallino metamorfico affiora almeno in una parte del territorio onde è probabile che esista sotto altre parti. Ciò tenderà a confondere un poco il quadro delle anomalie magnetometriche causate dalle zone basiche sinora considerate. D'altra parte le rocce di queste possiedono assai spesso un magnetismo proprio che può essere assai maggiore di quello indotto dal campo terrestre principale e differirne per direzione; ciò è causa d'irregolare distribuzione delle anomalie, come si osserva in massimo grado su tutte le masse basiche affioranti anche in punti vicini tra loro. Insomma non ci si può aspettare una coincidenza tra le indicazioni magnetometriche e quelle gravimetriche se non in una scala regionale.

In Sicilia esiste una coincidenza di tal genere. Per la parte SE dell'isola se n'era accorto già Kossmat, poi essa apparve in modo più chiaro dopo i rilevamenti gravimetrici e magnetometrici del 1929-31; nel breve resoconto che ne dettero Fabiani & Petrucci (1933) si avanzò l'ipotesi che anche nei monti di Palermo e nei M. Sicani le cause delle anomalie fossero rocce vulcaniche del sottosuolo.

Poco dopo Petrucci (1936), che aveva eseguito il rilevamento magnetometrico con variometri, mise a confronto le anomalie della componente verticale con quelle della gravità (in aria libera) e ne rilevò la concordanza quasi generale. L'esame gli fece concludere che «in tutto il sottosuolo della Sicilia esisterebbero formazioni vulcaniche; nelle regioni ad E ed a SE tali formazioni affiorano in parte dando luogo all'anomalia magnetica gravimetrica «Sud-Est» ed al sistema etneo. Man mano che ci avviciniamo alle regioni occidentali e settentrionali tali formazioni andrebbero diventando in media più profonde, presentando come delle sinclinali in corrispondenza della regione di minimo «S. Fratello-Castello Ma-

niaci » della regione « Centrale di Minimo » e della regione di minimo « Gibellina-Partanna » e come delle anticlinali in corrispondenza delle anomalie « Peloritani », « Madonie », « Bivona », « Licata », « Alcamo » ».

L'idea generale risultata dai lavori di Fabiani e di Petrucci è sostanzialmente corretta e sarà qui confermata e sviluppata. Le misure di Petrucci sono state però rielaborate in modo da ricavarne gli andamenti regionali per le componenti verticale ed orizzontale e quindi sono state tracciate le rispettive linee isoanomale (1).

Nella fig. 5 sono rappresentate le isoanomale per la componente verticale. Per la componente orizzontale ho fatto uso di un rilevamento più moderno svolto dall'Istituto Geografico Militare con misure assolute (non esiste il corrispondente per la componente verticale).

Quest'ultima carta (fig. 6) rende particolarmente evidente la coincidenza tra i lineamenti gravimetrici e quelli magnetometrici. Infatti nella cartina qui rappresentata, estratta da quella dell'Italia in scala 1 : 2,5 milioni pubblicata da Morelli (1948), la linea dello zero segue la direzione in cui si allungano le masse magnetiche disturbanti il campo terrestre (2).

Già nella Calabria la linea isoanomala zero taglia la penisola di Tropea sovrapponendosi all'anomalia gravimetrica positiva. Lasciando stare le parti di anomalia magnetometrica che sono in relazione colla Serra S. Bruno e coll'Aspromonte si vede poi la linea dello zero protendersi alla Sicilia proprio a Nord di Reggio. Anche la piega di questa linea da Ali verso Nord e poi a Milazzo corrisponde all'andamento del massimo di gravità. Da Patti a Caronia la coincidenza tra la cresta gravimetrica e lo zero magnetometrico è perfetta; così avviene per Cefalù, per il tratto da Términi al Golfo di Castellammare e tra questo e Tràpani.

Poi la isoanomala zero descrive un grande arco che da Tràpani, passando per Calatafimi e Contessa, gira sino a Sciacca. Questo arco corrisponde a ciò che si osserva sulla carta gravimetrica isostatica eccetto il suo protendersi verso i Monti Sicani; ma questo è evidentemente in rapporto colle manifestazioni eruttive basaltiche del territorio da Contessa a Bivona, anzi ciò chiarisce che le rocce vulcaniche dei Sicani debbono corrispondere a masse basiche sotterranee abbastanza

(1) Questo lavoro è stato svolto sotto la mia direzione dal laureando geologo Spinicci. L'elaborazione si rese necessaria perchè sinora non era mai stato calcolato il campo regionale per la Sicilia in modo attendibile. I risultati ed i criteri di questo studio saranno pubblicati.

(2) Se nel sottosuolo esiste un corpo magnetico allungato, le misure fatte sulla superficie (orizzontale) mostreranno un'anomalia della componente verticale che è massima al disopra del corpo; invece la componente orizzontale presenterà un massimo negativo da una banda ed uno negativo dall'altra banda della proiezione verticale del corpo mentre la linea dello zero si allungerà in corrispondenza del corpo.

Nel caso della componente orizzontale l'eventuale errore del campo regionale in longitudine (vedi nota precedente) influisce assai meno, data la direzione prevalentemente equatoriale delle anomalie. Quella in latitudine potrebbe sembrare più temibile data l'incertezza sul livello-base del c.m.t.; ma la posizione della linea zero è quella del massimo gradiente e quindi la meno variabile cambiando il campo regionale. Del resto la coincidenza del decorso della linea zero con i lineamenti trovati con la gravimetria e con la sismicità è talmente stretta che conforta a sua volta sulla bontà della linea zero della c.o. nella carta qui rappresentata.

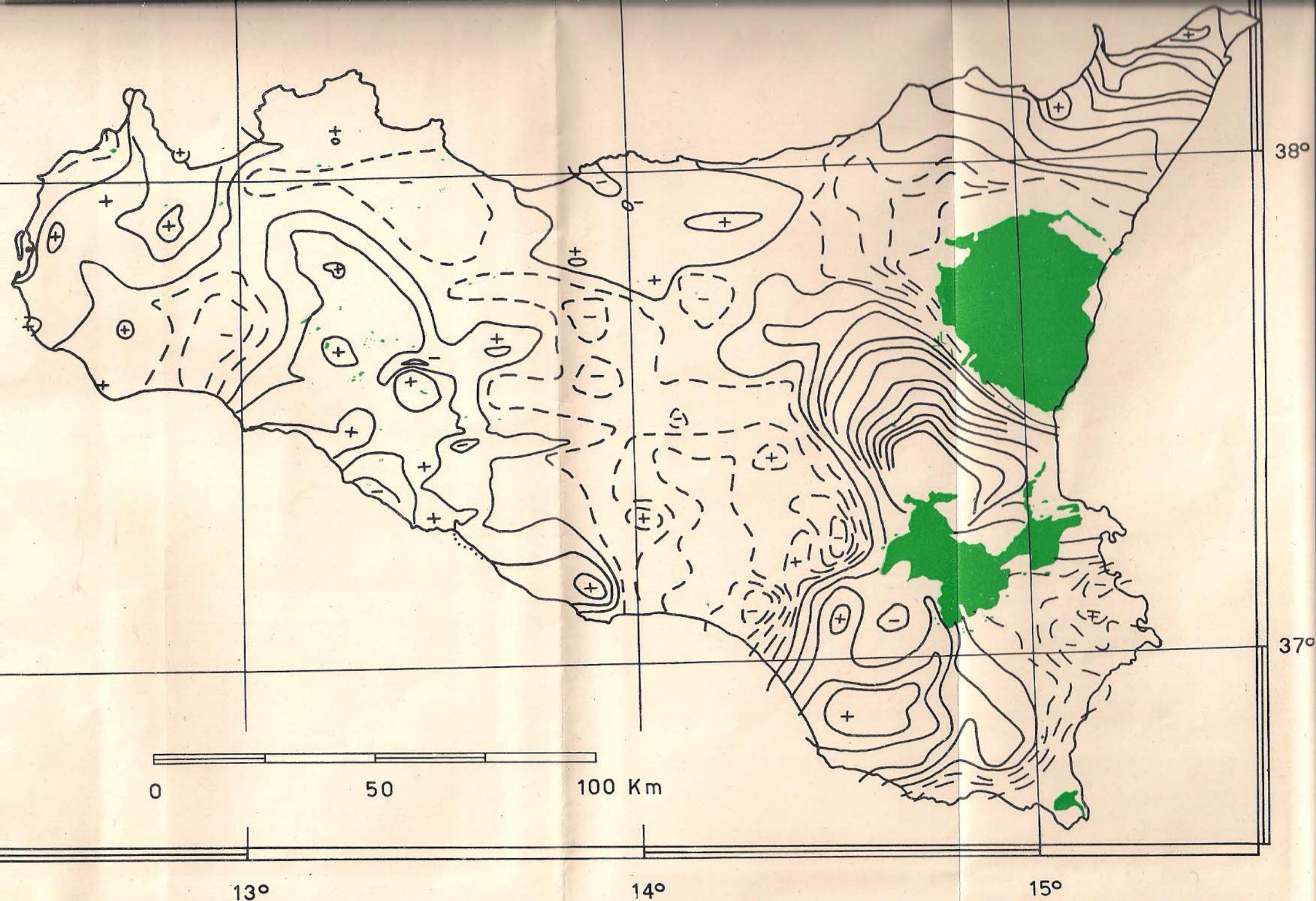


Fig. 5. — Isoanomale della componente verticale del campo magnetico in Sicilia, calcolate da VECCHIA e SPINICCI in base alle misure di PETRUCCI (1930). L'equidistanza è di 20 gamma, eccetto la Sicilia di SE e la regione dell'Etna ove è di 40 γ . Sono rappresentate in verde le aree ove affiorano rocce eruttive basaltiche e loro tuffi (ricavate dalle carte geologiche e dagli AA. elencati in FLORIDIA 1954).

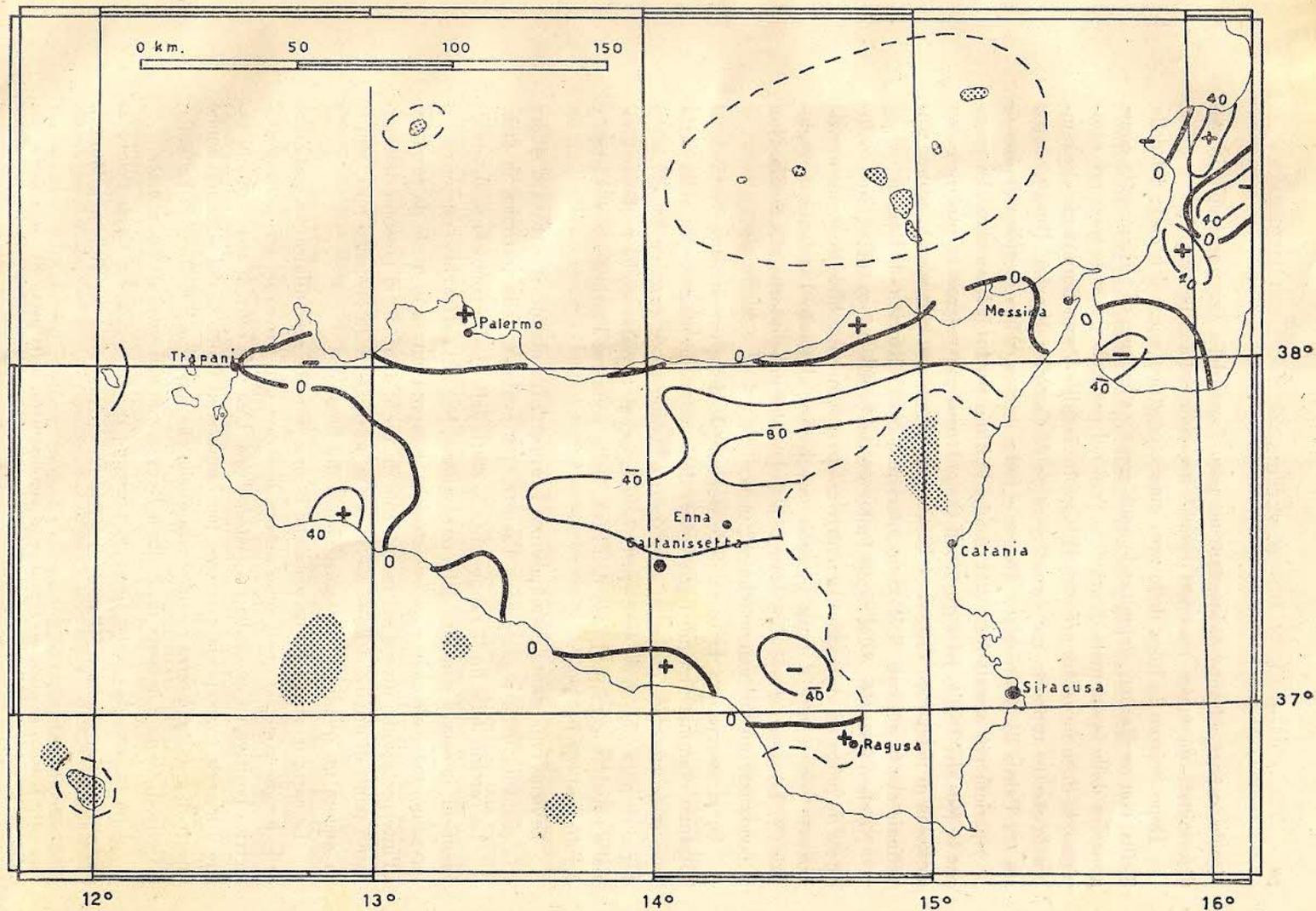


Fig. 6. — Isonomale della componente orizzontale del campo magnetico in Sicilia estratte dalla carta per l'Italia di MORELLI (1937). Le aree comprese entro le linee tratteggiate sono definite «anomale con valori irregolari da punto a punto».

Si confronti l'andamento della linea zero con le carte delle isonomale della componente verticale.

Le aree punteggiate rappresentano i vulcani pleistocenici ed attuali (nell'Etna è segnato solo il poligono che delimita le bocche eruttive).

piccole, capaci soltanto di spostare un poco l'arco della linea zero ch'è invece determinato da masse maggiori benchè invisibili dalla superficie.

Dopo Sciacca la linea dello zero magnetometrico segue il litorale SO della Sicilia, con oscillazioni, delimitando anch'essa un « bacino » di Caltanissetta come appariva dalle isoanomale di gravità. Però nei particolari le cose sono più complesse; la linea forma un arco tra Ribera, Raffadali e Porto Empédocle che sembra in stretto rapporto col dieco basaltico di Cattòlica Eraclea. Un altro arco sta tra Palma di Montechiaro, Butera e Gela: esso parrebbe inesplicabile ma se ne riparlerà più avanti (pag. 21). Anche l'ultimo tratto di linea zero che passa per la foce del Dirillo ed è diretto E-O non trova rispondenza in superficie con alcunchè di magnetico tuttavia è bene osservare ch'esso corrisponde ad una anticlinale che fa affiorare il Miocene inferiore a N di Vittoria e di Ragusa.

Nel lato orientale della Sicilia l'affiorare dei basalti e loro tufi su aree molto estese dà luogo ad un magnetismo forte ma irregolare cosicchè le linee isoanomale ricavate con misure a terra possono mascherare alquanto l'andamento regionale (¹). Lo stesso si può dire di tutte le isole vulcaniche intorno alla Sicilia. Non si conoscono misure magnetiche sui mari.

Se si osserva ora la carta delle isoanomale della componente verticale si potranno esaminare meglio i particolari delle anomalie magnetiche; sulla carta sono state riportate anche le aree dove affiorano rocce eruttive basaltiche: è degno di nota che nelle aree eruttive maggiori si trovano anche profonde anomalie negative come è il caso dell'Etna, della zona tra Francofonte e Vizzini e dei dintorni di Pachino.

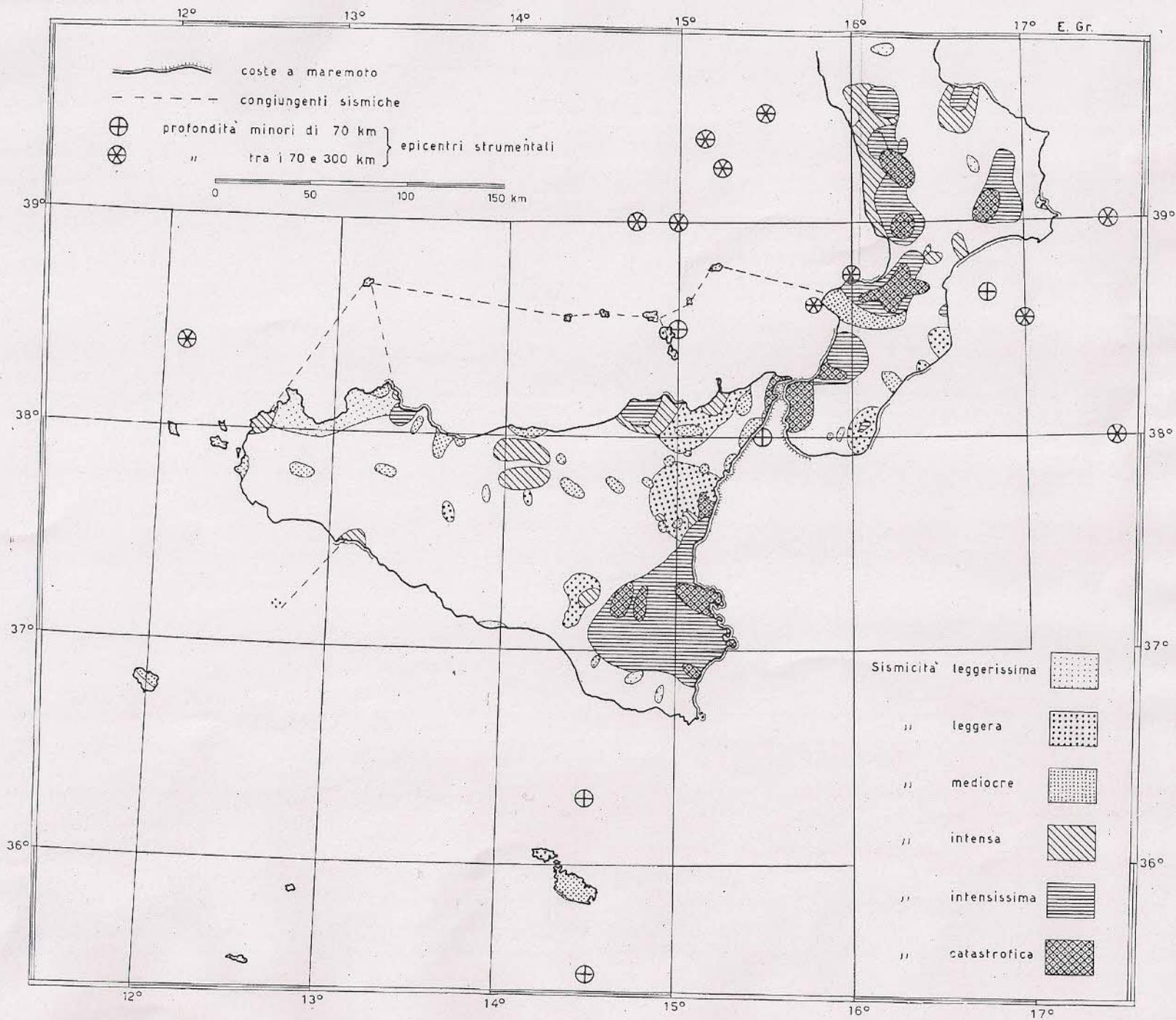
Diviene importante esaminare ora i rapporti tra quanto si è trovato sinora e la sismicità della regione ossia l'aspetto più evidente della tettonica in atto.

La cartina della fig. 7 rappresenta lo stato delle nostre conoscenze su questi fenomeni; in essa la sismicità delle terre emerse, ben nota attraverso numerose osservazioni macrosismiche e notizie storiche, è rappresentata in modo da prestarsi all'interpretazione; invece sui mari è solo da pochi anni che si possono determinare i punti di origine delle scosse e, per la scarsezza degli epicentri noti, non si ha ancora un quadro abbastanza chiaro del fenomeno.

La carta mostra a prima vista che le aree sismiche sono allineate a costituire delle lunghe zone, le quali sono ancora le stesse ove trovavasi anomalia gravimetrica positiva ed anomalia magnetometrica. Una tale zona di aree sismiche segue il litorale tirreno-calabrese ove, per limitarsi al tratto in cui si hanno anche misure di gravità, è terra mobile tutta quella che contorna il Golfo di S. Eufemia, il Golfo di Gioia e la costa da Scilla a Reggio, con epicentri anche in mare.

Una collana di plaghe sismiche prosegue poi in Sicilia dal Capo Peloro ai dintorni di Barcellona e Milazzo, al territorio di Naso (con propaggine a Montal-

(¹) È stato eseguito un rilevamento aeromagnetico nella parte SE della Sicilia, ma nulla ne è stato pubblicato sinora.



bano-Novara); i maremoti sulla costa di Patti indicano la presenza di centri in mare. Poi a S. Agata, dove diminuisce l'anomalia gravimetrica e dove scompare il basamento cristallino, cessa pure l'attività sismica.

Si ritrovano terremoti in corrispondenza dell'anomalia gravimetrica di Cefalù e delle Madonie; poi analogamente nell'area di Termini e di Misilmeri, in quella di Palermo ⁽¹⁾ e dei monti che lo dividono dal golfo di Castellammare, ancora attorno a questo golfo a Nord della linea Partinico-Àlcamo-Tràpani, infine a Favignana e Marsala.

Un'altra collana di aree scosse si allinea lungo l'orlo meridionale dell'anomalia gravimetrica positiva peri-tirrena: Salemi, Corleone, Valle di Verbumcaudo, Alimena, Nicosia, Troina, Bronte, Randazzo, Malvagna, Linguaglossa, Taormina, Ali ed un epicentro nel mare. Vi è pure una plaga alquanto spostata a Sud, nella valle del Plàtani presso Cammarata: essa testimonia un'attività tettonica in corso anche nell'estremo orientale dei Monti Sicani.

La presenza della vasta area sismica dell'Etna, coi suoi terremoti di tipo vulcanico, impedisce di afferrare chiaramente i rapporti tra l'ultima collana di epicentri descritta ed i terremoti della Sicilia orientale. È in quest'ultima parte dell'Isola che vi sono gli scuotimenti più intensi e più vasti. L'area sismica iblea copre gran parte dell'anomalia gravimetrica positiva e, come questa, si prolunga con una lingua verso NNE, lingua che sta alla base orientale dell'Etna e che cessa a Giarre: perciò essa è discosta dalle bocche eruttive del vulcano e sembra piuttosto in relazione colla faglia costiera che limita la Sicilia di NE.

Nella grande area sismica iblea le plaghe catastrofiche sono quelle ove affiorano i basalti (Lentini, Vizzini-Militello, Grammichele-Siracusa) eccetto Pachino, poi vi è quella di Acireale-Giarre e quella di Noto. A S di Ragusa la sismicità diviene lieve, con centri isolati ad Ìspica, Mòdica e Vittoria. È forse una faglia indipendente che dà luogo all'area sismica di Niscemi-Caltagirone-Piazza Armerina.

Lungo il litorale SO della Sicilia sono ancora degne di nota due aree sismiche: quella intensa di Sciacca e quella debolissima di Licata. I terremoti di Sciacca (Baratta 1936) si fecero sentire sino a Sambuca e produssero danni a Mazara del Vallo; inoltre risultarono concomitanti con quelli sottomarini del Banco di Graham quando vi sorse la effimera isola Giulia: tutti questi luoghi fanno parte dell'anomalia gravimetrica positiva già descritta a pag. 13. L'area sismica di Licata è assai importante: essa si trova laddove esiste un'anomalia magnetometrica e conferma la presenza colà di una causa analoga alle altre mentre alla superficie non se ne ha traccia.

Infine tutte le isole minori degli arcipelaghi attorno alla Sicilia sono terre sismiche benchè in grado mediocre o leggero; ciò potrebbe sembrare una conseguenza dell'attività vulcanica comune della maggior parte di esse, invece così

⁽¹⁾ Baratta (1936) afferma che i terremoti di Palermo sono causati da centri situati in mare.

non si spiegherebbe che una parte dei fatti osservati. Nel gruppo delle Égadi, che non sono vulcaniche, la massima attività si manifesta a Favignana che sta sul culmine di un'anomalia positiva della gravità; le altre hanno sismicità debolissima (Maréttimo) o nulla.

I terremoti dell'isola d'Ustica mostrerebbero, secondo Baratta, che vi sono due centri in mare, uno a SSE ed uno a SO dell'isola (si confronti colla linea dell'isoanomala 50 mgal), e che questi centri sarebbero connessi con terremoti avvenuti nell'area delle anomalie positive di Capo S. Vito e di Palermo: queste infatti sono collegate con Ustica per mezzo di una « sella » gravimetrica positiva. Vi sarebbero pure rapporti sismici tra Ustica e le Eolie. In questo gruppo di isole è da ricordare (Dalmaso 1939) che la sismicità prevalente è quella lungo l'arco Alicudi-Salina-Stròmboli; precisamente i centri più attivi sono quelli presso Filicudi e, a distanza, quelli di Salina ossia quelli non connessi coll'attività vulcanica presso la superficie.

Sono state tracciare varie linee di congiunzione sismica delle diverse isole tra loro e col continente (fig. 7); pur tenendone conto, tuttavia non potrei fare a meno di ripetere le parole di Dalmaso (1939) il quale fa osservare che « l'esistenza di queste radiali sismiche, delle quali manca del resto una precisa definizione, può essere messa in discussione, attribuendo piuttosto la correlazione negli effetti macrosismici dei terremoti alle particolari condizioni geologiche e di equilibrio di masse delle diverse località ».

Un bell'esempio di quel concetto apparve negli studi fatti sul terremoto a mezzavia tra Stròmboli e Capo Palinuro, profondo 280-300 km. Dalle registrazioni in molte stazioni sismiche europee ed americane risultò la posizione dell'epicentro e la grande profondità, dati che poi furono precisati da Caloi & Giorgi (1951). Questo terremoto, di limitata intensità all'epicentro, fece sentire i suoi effetti su un'area vastissima, a causa della sua profondità; le scosse maggiori si risentirono in Calabria ed in Sicilia tanto che Agamennone (1939) fondandosi sui soli dati macrosismici, definì il sisma « calabro-siculo » e non volle credere che fosse così profondo. Se si osservano le isosiste di quel terremoto appare che, entro un'area di raggio eguale alla profondità dell'ipocentro, l'energia è stata guidata preferibilmente in certe plaghe ristrette e soprattutto attorno al Golfo di S. Eufemia ed in territori dell'Aspromonte-Palmi-Messina, cioè quelle aree nelle quali si è dimostrato che masse pesanti e magnetiche si avvicinano alla superficie; tali masse canalizzano dunque l'energia sismica.

Nell'arcipelago di Malta vi è sismicità in terra ed in mare. Durante un terremoto sarebbe avvenuta un'eruzione sottomarina a Gozo, un po' ad O di Capo S. Dimitri (Baratta 1936); ciò conferma i rapporti dell'anomalia gravimetrica positiva di Malta con masse basaltiche e lascia sospettare che analoghe siano le cause della pur debolissima sismicità delle isole Pelagie.

Dei risultati più moderni della sismologia si tratterà nel prossimo capitolo.

Considerazioni generali.

L'esame svolto sinora ha mostrato che in Sicilia ed aree adiacenti vi è una connessione stretta tra i lineamenti principali della geologia superficiale e la struttura profonda quale appare attraverso il campo gravidico e magnetico, inoltre che questi lineamenti corrispondono a linee tettoniche attive (terremoti).

I rilievi e gli affioramenti di rocce più antiche pre-cenozoiche, formano fasce disposte lungo le zone di anomalia gravimetrica positiva; ne deriva come prima conseguenza ch'essi debbono essere sostanzialmente radicati. Naturalmente ciò non impedisce ch'essi siano suddivisi in zolle o scaglie in parte accavallate, tanto più che sotto il Mesozoico calcareo vi è la serie plastica del Carnico. Le differenze osservate tra le serie stratigrafiche di lembi in sovrapposizione tettonica (Fabiani & Trevisan 1940) non implicano necessariamente una grande distanza originaria tra le parti, specie trattandosi di *facies* calcaree organogene. Il disordine del substrato affiorante è ancor più giustificato se si tiene conto che le zone di anomalia positiva mostrano una serie di alti e bassi, all'unisono con quanto appare nella tettonica superficiale, e quindi i moti del substrato debbono esser stati complessi ed aver generato anche una tettonica trasversale, con pilastri e fossati, oltre a movimenti orizzontali.

All'infuori delle zone di anomalia positiva e dei bacini di raccolta dei sedimenti leggeri è difficile poter ricavare gravimetricamente degl'indizi sulla tettonica profonda, specie dove sotto la serie pre-cenozoica non si raggiungono presto masse notevoli di rocce basiche ed ultrabasiche (pesanti) ma esiste anche uno spessore forte di basamento cristallino a rocce metamorfiche ed eruttive acide (più leggere). Perciò anche in certi affioramenti mesozoici, quali la parte orientale dei Monti Sicani ed il Gruppo del Monte Jùdica, la mancanza di un'anomalia positiva ben distinta non è una prova sufficiente per ritenerli radicati e coinvolti in una massa di « argille scagliose ».

È ora il caso di studiare i movimenti che sono avvenuti lungo le zone di anomalia positiva. Esaminando la tettonica delle aree ove tali anomalie sono chiuse appare che in esse prevalsero i moti verticali, talora con squarciamento diapiroide della crosta mesozoica, talora con abbassamento relativo della parte centrale. Anomalie accompagnate da strutture simili denunciano dei focolai di magmi basici con vulcani potenziali o abbozzati o talvolta realizzati. Molti dei vulcani reali si trovano piuttosto ai bordi delle anomalie positive, specie se estese, ossia la fuoruscita delle masse fluide è avvenuta lungo la linea di debolezza della crosta esterna e ciò è confermato dal fatto che i terremoti hanno anch'essi la stessa ubicazione.

I rapporti coi terremoti potrebbero far sospettare che i lineamenti profondi rivelati dalle isoanomalie isostatiche siano recenti e riguardino solo l'ultimo atto della storia geologica siciliana. Qui diviene necessario rivolgersi alla paleogeo-

grafia, però si dovrà limitare l'indagine a poche cognizioni riconosciute poichè questo capitolo della geologia siciliana è tuttora in una fase preparatoria.

È noto che in Sicilia una catena litoranea tirrena emergeva durante il principio del Pliocene e così pure che non vi sono depositi di tale periodo sull'altopiano ragusano come nell'arcipelago maltese e nell'isola di Lampedusa. Esistevano dunque già allora come isole almeno i rilievi principali connessi colle anomalie gravimetriche positive.

In seguito il mare divenne meno profondo ovunque sulle terre attuali, e la Sicilia ne emerse corrugandosi lievemente, con maggior sollevamento nella parte Nord (Trevisan 1942). Anche in Tunisia (Castany 1953) affiorarono la costa di Biserta e la penisola Mauin, che sono in anomalia gravidica positiva, in concomitanza con un « parossismo plio-pleistocenico ».

Dopo la trasgressione calabriana si manifestarono moti differenziali che innalzarono almeno i Monti di Palermo (Cipolla 1949) e la Calabria meridionale (Cortese 1909): in particolare nei Piani dell'Aspromonte il sollevamento sarebbe stato un po' maggiore lungo la costa dello stretto di Messina, e cioè declinante verso E e verso S dal centro dell'anomalia gravimetrica positiva di Villa S. Giovanni. Non si può stabilire come si manifestò l'innalzamento lungo il litorale jonico della Sicilia; fu certamente molto grande alla base orientale dell'Etna, ove sedimenti pleistocenici sarebbero sollevati sino a 750 m s.l.m. (Floridia 1933) mentre nella contigua Piana di Catania vi è una serie pleistocenica potente che scende sotto il livello del mare (Lazzari 1952) ossia vi sarebbe stata qui una fossa subsidente.

D'altra parte si è affacciata la possibilità che dopo il Calabriano vaste terre siano sprofondate a contatto colla costa siculo-calabra (Tirrenide?); possibilità riscontrata almeno in corrispondenza del Golfo di Palermo (Trevisan 1942) e della costa tirrena calabrese ⁽¹⁾. Si abbassò inoltre l'area tra la Calabria e la Sicilia jonica.

Anche per l'ultimo secolo è stata documentata l'esistenza di movimenti verticali (D'Arrigo 1952) confrontando le carte nautiche per il Mediterraneo dell'Amministrazione Inglese (1824) e dell'Istituto Idrografico della Marina Italiana (1924). Ne risulta che la piattaforma litorale del lato SO della Sicilia si è ampliata nel tratto di mare dominato dall'anomalia gravimetrica positiva del Banco Terribile-B. di Graham-Sciaccia e così pure nell'area dell'anomalia positiva di Sud-Est, tra Vittoria ed il meridiano di Siracusa sino a parecchio a SE di Malta ⁽²⁾; invece la piattaforma è arretrata (ossia si è abbassata) tra Sciaccia e Vittoria cioè nel-

⁽¹⁾ Comunicazione di Pata O. al IV Congresso dell'INQUA (1953). Sta di fatto che anche la carta isostatica indica la presenza di un « fossato » gravimetrico siculo-eolio e di un altro calabrese, causati probabilmente dall'accumulo di sedimenti recenti su un largo ripiano sottomarino di quota — 2000 m; esso potrebbe corrispondere alle terre sprofondate.

⁽²⁾ Anche a Catania, Messina e Palermo, poste tutte su anomalie positive, si è avuto un sollevamento dei mareografi di qualche centimetro nel corso di un quarantennio (Polli 1948).

l'area marina ad anomalia negativa. Le variazioni non sono causate dai sedimenti portati dai fiumi poichè in tal caso avrebbe dovuto essere il contrario. Insomma, nell'intervallo di tempo dal Pliocene ad oggi, lungo le maggiori zone di anomalia gravimetrica positiva una fascia di terre si è elevata mentre aree contigue si abbassavano (1). Qui dovrebbero dunque localizzarsi delle zone di grandi fratture ed esse dovrebbero essere abbastanza profonde da fungere da via di risalita di magmi basici. Questa interpretazione si accorda coll'attività sismica e col vulcanismo attuale che in genere si manifestano ai margini delle zone di anomalia gravimetrica positiva.

Se si tenta di risalire prima del Pliocene i dati paleogeografici sono assai più scarsi; si possono prendere in considerazione, come schema, le cartine disegnate da Zuber (1940) ove in Sicilia appare anche nel Miocene un bacino centrale di sedimentazione, compreso tra una regione iblea con depositi calcarei di basso-fondo ed una fascia settentrionale di territorio la quale si rivestiva di depositi fluviali grossolani derivati da una Tirrenide allora esistente. Nel Miocene più alto, l'ultima emersione del territorio ibleo fu sintettonica colla formazione delle lagune in cui si depose la serie gessosa-solfifera.

Non si può risalire oltre per questa via (v. Migliorini 1952). Però occorre ricordare che le manifestazioni vulcaniche che si accompagnano colle zone di anomalia gravimetrica positiva sono assai antiche: esse risalgono sino al Giurassico nella Sicilia settentrionale e nei Monti Sicani (Fabiani, Trevisan 1937, Floridia 1949) ed al Cretacico nella Sicilia di SE (Trevisan 1936); nella prima si ritrova poi attività vulcanica pleistocenica (Cipolla 1932) e nella seconda il vulcanismo fu attivo dal Cenozoico sino ai nostri giorni però spostandosi sempre più a Nord, sino all'Etna (2).

Inoltre in entrambe le parti della Sicilia si trovano potentissime serie di calcari di scogliera, interrotte da frequenti lacune accompagnate da deboli piegamenti ripetuti: a partire dal Giurassico nella zona peri-tirrena (Trevisan 1935, Fabiani & Trevisan 1936) ed almeno dal Cretacico nella Sicilia di SE (Trevisan 1936, Marchetti in Reeves 1953). Bisogna concludere da tutti questi fatti che le grandi fratture hanno continuato a muoversi od hanno avuto delle riprese a partire dal Giurassico almeno.

Oltre alle fratture principali, di cui s'è scritto, ne debbono esistere parecchie altre meno importanti, nella parte del Mediterraneo considerata in questo studio. Infatti si è già accennato a movimenti verticali di zolle contigue in sensi opposti, riconoscibili in varie parti della Sicilia. Anche in Tunisia (Castany 1953) sono note fosse o bacini subsidenti longitudinali e fosse trasversali di sfondamento, concomi-

(1) Vi furono anche delle minori fosse subsidenti trasversali come quelle siciliane della Piana di Catania e della Conca d'Oro, o tunisine (Castany 1953) tra le quali si può citare quella di Grombalia-Porto Farina, gravimetricamente negativa, che recide alla base la penisola Mauin (Capo Bon) emersa mentre quella affondava.

(2) Tuttavia il vulcanismo etneo risalirebbe almeno al Miocene, secondo Beneo (1950).

tanti all'innalzamento di altre parti; l'origine di esse risale forse al Paleogene ma ha avuto dei parossismi nel Miocene e nel Pleistocene, come in Sicilia.

In complesso sembra che sistemi di fratture s'incrocino e delimitino delle zolle soggette a movimenti semiindipendenti; ciò ch'è confermato dalla grande frequenza dei vulcani, sempre a magmi basici, e dalle manifestazioni sismiche profonde anche 100-300 km ⁽¹⁾. Le maggiori di queste zolle sono quelle che fanno parte del « mosaico africano » di Glangeaud (1952); ma anche Malta e Lampedusa non possono essere considerate altro che zolle. La stessa Sicilia nel suo insieme ha l'aria di essere una zolla sollevata, cogli orli settentrionale ed orientale rialzati e sfrangiati. Ciò si accorda con quanto scriveva il sismologo Baratta (1936) il quale, pur accentuando l'unità della zona sismica costiera del Tirreno meridionale, affermava ch'essa a Messina si divide in due rami, uno per la costa N della Sicilia ed uno per quella Est sino a Malta, ed aggiungeva che ai terremoti del litorale orientale il mare partecipa lungo tutta la costa.

Lo studio strumentale dei terremoti, che ha sviluppo più recente, apporta nuovi elementi di giudizio. Gutenberg & Richter (1948), esaminando la distribuzione dei terremoti tirrenici profondi, riconobbero che anche qui come nella maggior parte dei casi sulla Terra, gli epicentri dei sismi profondi stanno all'interno delle collane di vulcani attuali mentre i terremoti superficiali generalmente ne stanno fuori. Quegli AA. avevano assunto come direzione gravimetrica principale della Sicilia quella NNO passante per il Capo Pàssero e per Troina, che oggi appare errata ⁽²⁾, cosicchè non riuscirono loro chiari i rapporti tra gravità e fenomeni sismo-vulcanici; lo stesso era avvenuto a Coster (1945) che li aveva preceduti.

In questo studio si è indicata la presenza di vari lineamenti di direzione E-O sulla costa settentrionale della Sicilia e nel Mare Tirreno antistante e si è visto che l'arco delle isole vulcaniche deve essere prolungato verso O ad Ùstica ed oltre sino a N delle isole Ègadi ove trovasi anche un fuoco sismico profondo 86 km. Perciò mentre all'estremo NE le linee dei sismi profondi e dei vulcani recenti sono parallele, nella parte Ovest esse si ricongiungono a formare una sola entità, che corrisponde anche ad una zona di anomalia positiva della gravità.

La fascia sismo-vulcanica descritta decorre parallela all'arco degli Appennini lucano-calabro-siculi ed è certamente un lineamento di gerarchia elevata nel senso di Glangeaud; essa potrebbe rappresentare l'orlo dell'area tirrenica soggetta a maggiore attrazione verso il profondo. Rimangono fuori dalla fascia suddetta

⁽¹⁾ Alcuni vulcani sottomarini, sinora sconosciuti, sono apparsi dal rilevamento ecometrico del Tirreno meridionale (Segre 1953).

⁽²⁾ È opinione vecchia e diffusa tra i geologi (ad es.: Cortese, Sacco) e tra i sismologi che una maggior linea di frattura della litosfera congiunga Capo Pàssero coll'Etna, Lipari, e secondo alcuni anche col Vesuvio. Tale opinione la si trova pure in certe vaste sintesi tettoniche di data recente (Staub 1951, Glangeaud 1952). L'analisi ora svolta mostra che, per quanto suggestivo possa sembrare tale congiungimento, esso corrisponde poco alla realtà; anche geologi moderni italiani non lo adottano nelle loro sintesi (Beneo 1950, Fabiani 1952).

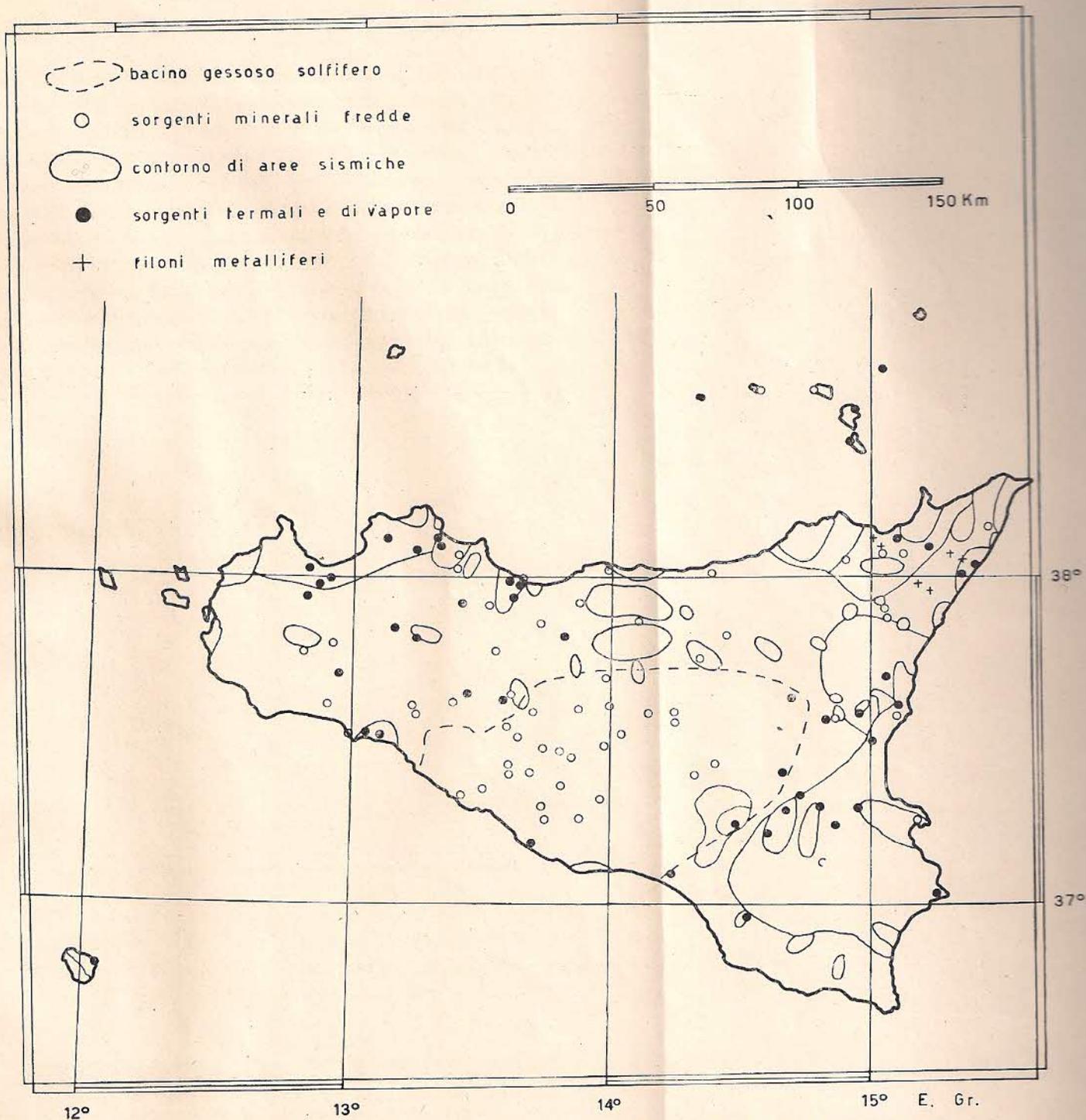


Fig. 8. — Carta delle sorgenti termo minerali della Sicilia ricavata da RUATA (1940) e da GINO & SOMMABUGA (1953). Sono riportati pure alcuni filoni mineralizzati e le aree sismiche della fig. 7. Le sorgenti del bacino gessoso-solfifero sono da mettere a parte perchè mineralizzate nei sedimenti neogenici.

l'epicentro profondo del Golfo di S. Eufemia ed il M. Etna, entrambi però allineati secondo una direzione tettonica distinta dalla precedente e già considerata.

Cercare di stabilire le direzioni di moto lungo le grandi zone di frattura dianzi individuate, è cosa arrischiata. Tuttavia il persistere dell'attività sismica lungo le ripide coste settentrionali della Sicilia non depone a favore di movimenti sub-orizzontali quali si avrebbero nelle falde, ma piuttosto di sub-verticali; altrettanto per le coste calabresi. La continuità delle fasce di anomalia positiva tra Calabria e Sicilia elimina poi il sospetto che vi sia uno spostamento orizzontale tra queste due regioni. La grande frequenza di vulcani a magmi basaltici ed i terremoti profondi significano anch'essi il prevalere dei moti verticali.

Una di quelle scosse profonde, ch'ebbe epicentro a N delle isole Egadi, ha permesso a Di Filippo (1950) di calcolare che la profondità del fuoco fu 85 km e

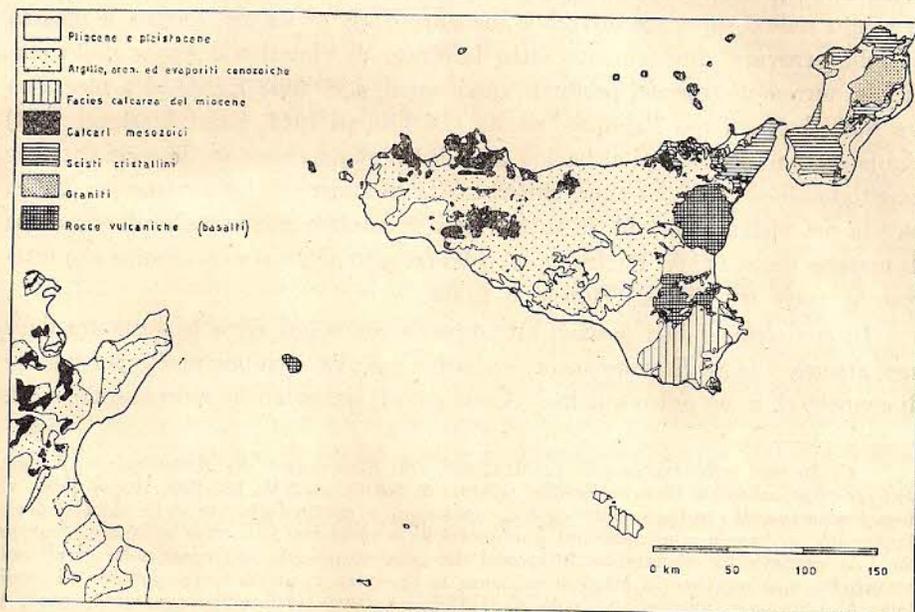


Fig. 9. — Carta geologica schematica della Sicilia ed aree circostanti.

che si trattò di una frattura lungo un piano diretto a $N-67^{\circ} 45'-E$ cioè verso Ùstica, ed inclinato di 59° verso NNO: il prolungamento di tale piano affiorerebbe lungo il tratto di litorale tra Tràpani e Capo Gallo, cui è grossolanamente parallelo; un piano secondario di massimo sforzo sarebbe stato diretto a $N-22^{\circ} 15'-O$ e verticale ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Com'è noto, simili calcoli si fanno ormai per parecchi terremoti e sono da considerare colla massima fiducia, augurandosi che si moltiplichino in avvenire. Tuttavia appare ancora un po' prematura l'estrapolazione di Di Filippo, che ritiene probabile l'esistenza di una superficie dei fuochi che dalla costa boreale della Sicilia scenda a più centinaia di chilometri a N delle Eolie. In occasione del terremoto profondo tra Stròmboli e Capo Palinuro (13-IV-1938), il convogliamento dell'energia sismica alle coste calabro-sicule lungo vie preferite (pag. 22) fa intuire un'immagine più complessa delle superfici di frattura.

La sismologia moderna, con questo ed altri contributi (Caloi 1952), ha iniziato un lavoro fondamentale per comprendere la struttura del Mediterraneo centrale: essa vi riconosce che anche nella penisola appenninica esiste un ispessimento dello strato superiore della Litosfera, denominato « granitico », il quale si distingue da uno strato sottostante « basaltico » che poggia a sua volta su un mezzo indicato come « ultrabasilico ». La « radice granitica », che nell'Italia centrale ha uno spessore di 25-30 km, tende a ridursi verso l'Italia meridionale; in corrispondenza della Sicilia sembra assai sottile ⁽¹⁾.

Lo studio dei terremoti nel mar Jonio settentrionale (Valle 1951, Festa & Valle 1945) ha mostrato che lo spessore del « granito » lungo il percorso Tirreno-Baleari-Portogallo, ha il valore medio indicativo di 15 km. Nelle direzioni dalla costa di Catanzaro verso Taranto, verso Catania e verso Heluan (Valle 1948) lo strato sialico superiore dovrebbe mancare o essere sottile, inoltre il magma potrebbe trovarsi direttamente sotto lo strato di « basalto ». Anche dallo studio dei terremoti tirrenici profondi, quali quelli a N delle Egadi ed a mezzavia tra Stròmboli e Capo Palinuro, risulta (Di Filippo 1942, Caloi & Giorgi 1951) che le stazioni circostanti al bacino tirrenico profondo ricevono le onde sismiche longitudinali con velocità anormalmente alta ed ancor più ciò avviene per Tunisi ch'è la più vicina (250 km); in tutta l'area vi sarebbe una vasta profonda sacca di materia quasi fluida. Purtroppo non ho trovato alcun studio sismico che interessi il mare tra Sicilia, Tunisia e Libia.

In complesso i dati positivi attualmente conosciuti circa la struttura delle aree attorno alla Sicilia sono ancora sporadici cosicchè è troppo presto per tentare di connetterli in un unico quadro. Alcune grandi sintesi anche recentissime, come

⁽¹⁾ In una pubblicazione di L. MINTROP, *Der Untergrund der Kontinente u. Ozeane nach geophysikalischen Untersuchungen*, « Ann. di Geofisica », V, 163-200, Roma 1952, si nega l'esistenza di « radici » delle catene montuose, e particolarmente delle Alpi e degli Appennini, in base a considerazioni gravimetriche e sismiche. Le prime si fondano su ciò che l'A. riteneva di condannare le ipotesi dei geodeti perchè, impiegate nelle correzioni isostatiche, esse mettono in maggior evidenza la presenza di un'anomalia positiva ai piedi delle Alpi italiane, anomalia ch'egli credeva immaginaria. Contemporaneamente però, i nuovi dati pervenuti permisero di dimostrare (Vecchia 1952) la realtà geologica e geofisica di una geoanticlinale sudalpina, che dà luogo non solo ad una zona gravimetricamente positiva lungo tutta la catena ma anche ad una corrispondente anomalia magnetica ed insieme a fasce di sismicità.

Perciò quella obbiezione di Mintrop cade e infatti in un articolo successivo sulla « Geologische Rundschau » (XLI, 1953) egli non ne fece più uso limitandosi ad affermare che le misure di gravità non possono decidere nulla perchè sono « mehrdeutig ». Affermazione ch'è ambigua essa stessa poichè deve essere precisato che i dati gravimetrici *da soli* permettono di calcolare soltanto la massa totale ma non le dimensioni e profondità dei corpi disturbanti e perciò occorre conoscere un elemento ausiliario per risolvere il problema. Questo elemento assai spesso è la distribuzione delle densità, che i gravimetrici assumono in base ai risultati dei geologi o degli altri geofisici nonchè attraverso alle esperienze di laboratorio, con cui sono state riprodotte condizioni esistenti sino a 1000 km di profondità.

Quanto agli argomenti sismici adoperati da quell'Autore spetta ai sismologi, e non a me, di valutarli. Tuttavia se i calcoli di Wanner circa la presenza di un ispessimento sialico sotto le Alpi fossero dovuti ad errore, come sostiene M., rimane il fatto che altri sismologi sono giunti allo stesso risultato prima e dopo di Wanner, sia nei Paesi sul versante esterno delle Alpi sia in Italia (v. Caloi 1952).

quelle di Coster (1945), Russo (1947), Staub (1951) e Glangeaud (1952), si fondano su indizi geologici e geofisici troppo slegati: nonostante la ricca erudizione, la profondità dell'ingegno e la vastità delle idee che le caratterizzano, non possono servire ancora come ipotesi di lavoro.

Per quel che riguarda la Sicilia ed i suoi mari, il concetto tettonico fondamentale di Staub, cioè quello del « erythräisch-adriatisch Bruchsystem », non sembra accordarsi colla direzione dei lineamenti peri-tirreni ed eolici che sono risultati da questo studio e neppure colla spiccata similitudine esistente tra la forma litorale della tozza sporgenza africana ch'è la Tunisia ed il contorno dello zoccolo continentale di cui fa parte la Sicilia.

Le tre ultime sintesi divergono in un punto d'importanza capitale cioè nei rapporti tra Sicilia e Tunisia. Mentre secondo Glangeaud le unità tettoniche algero-tunisine si prolungherebbero in Sicilia, salvo fratture trasversali lungo la linea Pantelleria-Ègadi (¹), secondo Staub le unità tunisine piegherebbero a Nord e quelle siciliane ad ONO incontrandosi colle prime ad angolo acuto solo poco a SE della Sardegna; Russo invece separa completamente le unità tettoniche siciliane da quelle della Berberia, pur attribuendo loro le stesse direzioni che usa anche Staub, ed intromette tra le due un prolungamento del massiccio corso-sardo.

Se si esamina la carta delle isoanomalie di Bouguer appare che il collegamento tra le unità tettoniche appennino-sicule e quelle africane può considerarsi inesistente, almeno dal punto di vista gravimetrico: la zona negativa appenninica termina praticamente in Sicilia, semmai potrebbe sembrare che si prolunghi verso Sud, cioè da Licata verso Malta. Ma anche questa anomalia negativa siculo-maltese, come le altre deboli esistenti presso la costa tunisina, è da ricondurre quasi certamente a bacini di sprofondamento e sedimentazione recenti. In sostanza l'orogeno appenninico, diggià affievolito in Sicilia (ciò che si accorda coll'assottigliarsi dello strato « granitico » secondo i sismologi) non si prolungherebbe direttamente in Berberia ma sarebbe forse vicariante con quello africano. Mancano elementi per giudicare dei rapporti colla Sardegna.

Infine è opportuno aggiungere qualche considerazione sulle aree di anomalia gravimetrica negativa. Si era supposto, nella pag. 16, che una parte dell'anomalia negativa nella Sicilia centrale potesse essere attribuita a squilibrio isostatico. Invece lo studio delle registrazioni sismiche strumentali ha portato a ritenere che in Sicilia lo « strato di granito » sia assai sottile (Caloi 1952); perciò in compenso lo spessore dei sedimenti leggeri raccolti nella Sicilia centrale dovrebbe essere piuttosto vicino al massimo dei valori calcolati a pag. 16.

Si tratta di sedimenti oltremodo plastici e perciò assai mobili e soggetti ad assumere una tettonica di scivolamento e afflosciamento. In tal modo si com-

(¹) Glangeaud le definisce nel testo « transversales complexes sicilotunisiennes » e queste avrebbero provocato un « décalage existant entre les unités tunisienne et sicilienne ». In realtà non vi è nulla che provi l'esistenza di questo lineamento ed anche il concetto di un movimento trasversale tra Sicilia e Tunisia non si accorda colla forma dello zoccolo continentale.

prende come il sorgere di una dorsale di rocce calcaree e cristalline lungo la zona gravimetrica positiva peri-tirrena o di zolle intere com'è avvenuto sul lato orientale della Sicilia, possa aver messo in moto la coltre argillosa accumulandola nella Sicilia centrale in una tettonica complessa il cui aspetto superficiale simula un impasto semifluido, qual'è quella descritta in modo così suggestivo da Beneo (1952).

Se poi esiste colà, come sembra, anche una potente serie plastica sottostante, dal Trias medio al Permico, appare abbastanza normale che le « argille scagliose » contengano frammenti di rocce di tutte le età dal Permico all'Oligocene e che vi affiorino quegli spuntori che spesso furono scambiati per « microdiapiri » mentre da poco se n'è riconosciuta la vera natura (Beneo 1949).

Tuttavia l'assetto attuale dei sedimenti cenozoici nella Sicilia centrale non è soltanto frutto di colamento lungo pendii; per esempio i depositi neogenici formati dopo le fasi di movimento maggiore (cioè quando il substrato argilloso aveva già perduto molta della sua energia potenziale) i quali sono dislocati in modo gradualmente meno disordinato verso l'alto, terminano coll'Astiano calcarenitico o sabbioso ch'è contemporaneo ad un sollevamento di tutta la Sicilia « più intenso a Nord in modo da determinare un moto regressivo del mare verso Sud » formando in complesso una specie di grande anticlinale (Trevisan 1942). Forse questo può essere inteso come un effetto di reazione isostatica al grande accumulo di sedimenti leggeri nella cavità centrale.

Un'altra fase di reazione isostatica potrebbe essere avvenuta alla fine del Miocene: ecco perchè la formazione gessoso-solfifera, deposta in una fase lagunare, copre esattamente l'area delle grandi anomalie negative sia in Sicilia sia nella penisola italiana. Probabilmente tali fasi di riequilibrio isostatico possono essersi sovrapposte a movimenti di subsidenza (o dovuti ad altre cause profonde) dando luogo ad un moto verticale risultante oscillatorio e complesso. Se nella Sicilia centrale od ai suoi margini fosse provata l'esistenza di potenti serie argilloscistose paleozoiche si potrebbe sospettare che fasi di subsidenza risalcano persino a quei lontani tempi.

Altri accenni a moti diversi dal colamento potrebbero essere certe pieghe o rughe tettoniche situate ai margini orientale ed occidentale del bacino, cioè il gruppo del M. Jùdica e gran parte dei M. Sicani. Queste strutture isoorientate hanno contribuito a far spiegare da taluni tutta la tettonica dell'Isola come effetto di spinte orizzontali (vedasi ad es. Zuber 1940) tra un'unità tettonica del litorale tirreno ed un'altra di cui avrebbe fatto parte la zolla iblea. Si è indicato invece, a pag. 14, una spiegazione di quei monti più conforme alle risultanze geofisiche.

A parte i moti secondari ricordati, ciò che ha formato il carattere principale della massa plastica nella Sicilia centrale sembrano essere i moti di colamento lungo pendii. Da quanto si è esposto sinora circa la longevità dei lineamenti corrispondenti alle anomalie positive della gravità, appare probabile che l'alloctonia

della massa argilloscistosa debba essere intesa in senso limitato ossia che gran parte di quei sedimenti siano stati depositi in origine su quella che oggi è la Sicilia o nelle sue vicinanze immediate. A favore di ciò depone anche il fatto che mentre nella parte centrale dell'Isola il movimento plastico ha coinvolto in modo notevole anche la serie tra il Miocene superiore ed il Piacenziano, nella Sicilia di SO, cioè in corrispondenza del bacino minore posto ad occidente dell'anomalia gravimetrica di Sciacca-Palermo, lo stile tettonico (Trevisan 1942) appare abbastanza tranquillo e la serie recente ante-astiana è dislocata in pieghe ampie e depresse.

Riassunto. — Dalle nuove misure di gravità eseguite in Sicilia e nelle aree circostanti si ricava una carta delle isoanomalie isostatiche.

Questa carta, insieme con le conoscenze magnetometriche, sismologiche e vulcanologiche, permette d'istituire un confronto proficuo con la morfologia e geologia superficiale e di ricavare alcuni lineamenti fondamentali per la geologia profonda del territorio.

Lungo tutto l'orlo settentrionale della Sicilia si distende una zona di eccesso della gravità corrispondente ad una dorsale simatica, causa profonda dell'orogenesi. Essa è collegata colla Calabria ma non con la Tunisia. Da quella zona positiva se ne dirama un'altra diretta a Sud, lungo il lato orientale, culminante in un geotumore simatico nel territorio di Ragusa-Siracusa, esteso sino ad Est di Malta. Una terza zona simatica si dirige dai Monti di Palermo a Sciacca e poi verso Sud ai Banchi Terribile-Graham. Le zone descritte sono sismicamente attive e sembrano corrispondere a zone di frattura subverticali che delimitano la Sicilia come una zolla innalzantesi, punta estrema del continente africano.

Le zone simatiche siciliane hanno il disegno di un π tra i cui rami sono racchiuse anomalie negative della gravità; esse possono spiegarsi, quella centrale inclusa, con l'accumulo di sedimenti leggeri.

Nei mari vi sono molte aree di eccesso della gravità coronate da vulcani basici.

Résumé. — On utilise les plus récentes mesures de pesanteur exécutées en Sicile et dans les aires environnantes pour compiler une carte des anomalies isostatiques. Ces anomalies, avec ce que l'on connaît sur le magnétisme, la sismologie et le volcanisme de la région, permettent d'établir un parallèle très instructif avec la morphologie et la géologie superficielle; on en tire un croquis de la géologie profonde de l'île et de ses mers.

Tout le long du bord septentrional de la Sicile on peut suivre une zone d'excès de la gravité laquelle correspond à une dorsale simatique, cause profonde de l'orogénèse. Cette zone se rattache à la Calabre mais non à la Tunisie. Un autre branche positive se détache de la surnommée longeant le côté oriental de l'île et se dirigeant au sud où elle culmine en un géotumeur simatique dans le territoire de Ragusa-Siracusa prolongé en mer jusqu'à l'est de Malta. Une troisième zone simatique en partant des Monts de Palermo se dirige à Sciacca et puis en mer vers les bancs Terribile et Graham. Les zones avec excès de gravité sont en activité sismique et semblent correspondre à zones de fracture subverticales suivant lesquelles s'élève la Sicile, coin extrême du continent africain.

Les zones simatiques sicilienne ont le dessin d'un π , entre les branches duquel sont renfermées des anomalies négatives de la gravité; même la plus profonde d'elles, voire la centrale, peut être expliquée avec l'accumulation de sédiments légers.

Dans les mers environnantes il y a plusieurs aires d'excès de la pesanteur, couronnées par des volcans basaltiques.

Summary. — Making use of the latest gravity measurements in Sicily and surrounding areas, the writer has compiled a map of the isostatic anomalies. This map together with what is known about geomagnetism, seismicity and volcanism of the area, allows to establish a useful comparison with morphology and surface geology; in this way some fundamental features of the deep regional geology are derived.

A belt of maximum gravity extends along the whole northern border of Sicily; it corresponds to a simatic ridge, the deep cause of local orogenesis. The belt continues in the Calabrian peninsula but is not connected with Tunisia. Another positive gravity zone deriving from the first, follows the eastern side of Sicily; it culminates in a simatic bulge in the Ragusa and Siracusa provinces and extends in the sea, as far as east of Malta. A third simatic

zone is found from the Palermo Mounts to Sciacca and then to the sea reaching the Terrible and Graham Banks. All simatic zones are seismically active and seem to correspond to near vertical fracture zones along which Sicily, this extreme corner of the african continent, is rising.

The pattern of the Sicilian simatic zones looks like a π , between the branches of which negative gravity anomalies are contained.

These anomalies, the deepest central one included, may be explained by a thick accumulation of light sediments.

In the seas surrounding Sicily there are many areas of gravity excess, crowned by basaltic volcanoes.

BIBLIOGRAFIA DELLE OPERE CITATE

- AGAMENNONE G., 1939. *Sulla profondità del foco del terremoto Calabro-Siculo del 13-IV-1938*. Boll. Soc. Sismol. Ital., XXXVII, n. 1-2, Roma.
- BARATTA M., 1936. *I terremoti in Italia*. Pubbl. Comm. Ital. Grandi Calamità (Lincci), VI, 177 pp., 10 fig., tav. e carta sismica (Le Monnier), Firenze.
- BENEO E., 1949. *Sul « Microdiapiro » di Leonforte e su quelli a nord di Gela (Sicilia centrale e meridionale)*. A. Accad. Naz. Lincci, S. 8^a, VII, 108-113., Roma.
- BENEO E., 1950. *Tentativo di sintesi tettonica dell'Italia peninsulare ed insulare*. Boll. Soc. Geol. Ital., LXVIII, 66-80, I carta, Roma.
- BENEO E., 1952. *Appunti sulla elaborazione di una diagnosi strutturale della Sicilia*. Boll. Serv. Geol. Italia, LXXIII, 32 pp., Roma.
- CALOI P., 1952. *Struttura geologico-sismica dell'Europa centro-meridionale, dell'Italia e del Mediterraneo centro-occidentale, quale risulta da recenti ricerche compiute in Italia*. Ann. Geofisica, V, 507-518, 1 fig., Roma.
- CALOI P. & GEORGI M., 1951. *Studio del terremoto delle isole Lipari del 13 aprile 1938*. Ann. Geofisica, IV, 9-26, 1 fig., Roma.
- CASSINIS G., 1941. *La crociera gravimetrica del R. Sommergebile « Des Geneys »*, Anno 1935. Rend. R. Accad. Italia, S. 7^a, 11, f. 12, Roma.
- CASSINIS G. & DE PISA M., 1935. *La crociera gravimetrica del R. Sommergebile « Vettor Pisani » Anno 1931*. Ann. Idrografici, XIII, Genova.
- CASTANY G., 1953. *Carte géologique de la Tunisie (1/500000)*. Notice explicative: Dir. Trav. Publ., Serv. Mines etc., 143 pp. XIV pl., Tunis.
- CIPOLLA F., 1932. *Antica attività vulcanica nel Trapanese*. Boll. Ass. Miner. Sicil., VIII, 9 pp., 6 fig., Palermo.
- CIPOLLA F., 1949. *La Conca d'Oro ed i suoi monti durante il Quaternario*. Accademia Sci. Lett. Arti Palermo, S. 4^a, VIII, 24 pp., 1 carta, Palermo.
- COOPER R. I. B., HARRISON J. C. & WILLMORE P. L., 1952. *Gravity measurements in the Eastern Mediterranean*. Phil. Trans. R. Soc. London, CCXLIV, 533-559, 3 carte, London.
- CORTESE E., 1909. *Una sezione geologica attraverso il Peloro, lo stretto di Messina e l'Aspromonte*. Boll. Soc. Geol. Ital., XXVIII, 445-468, 2 fig. e prof., Roma.
- COSTER H. P., 1945. *The gravity field of the Western and Central Mediterranean*, 57 pp. 6 fig., 4 carte, (Wolters), Groningen.
- DALMASSO F., 1939. *Sul terremoto delle isole Eolie del 27 gennaio 1939*. Geofis. pura ed appl., I, 80-98, 5 fig., Messina.
- D'ARRIGO A., 1952. *Le variazioni morfologiche del fondo marino nel Mediterraneo, ricostruibili dalle carte nautiche dell'Armiraagliato Inglese e dell'Istituto Idrografico della Marina Italiana, intercorse dal 1824 al 1924*. Geofis. pura ed appl., XXI, 96-101, 2 fig., Milano.
- DE CIZANCOURT H., 1948. *La tectonique profonde de la Syrie et du Liban*. Notes et Mém. Dubertret, IV, 157-190, 16 fig., Beyrut.
- DE STEFANI T., 1947. *Descrizione geologica e paleontologica dei dintorni di Troina*. Studi geologici e paleontologici, I, 7 pp., 1 tav., Palermo.
- DI FILIPPO D., 1942. *Studio microsismico del terremoto del basso Tirreno*. Boll. Soc. Sismol. Ital., XXXIX, 25 pp., 9 fig., Roma.
- DI FILIPPO D., 1950. *Sulla rappresentazione in superficie della natura dinamica di una scossa con ipocentro profondo*. Ann. di Geofisica, III, 379-392, 11 fig., Roma.
- FABIANI R., 1926. *Risultati delle escursioni geologiche da me fatte in Sicilia, etc.* Boll. Soc. Sci. Nat. Econ. Palermo, VIII, 22 pp., Palermo.

- FABIANI R., 1931. *Appunti per la revisione della carta geologica del Trapanese*. Boll. Assoc. Miner. Siciliana, VII, 6 pp., Palermo.
- FABIANI R., 1952-a. *Petrolio e metano*, 178 pp., 66 fig. (Ist. Grafico Tiberino), Roma.
- FABIANI R., 1952-b. *Sguardo sugli studi e sulle ricerche di idrocarburi in Sicilia dal principio del secolo al 1945*. VII Conv. Naz. Metano e Petrolio, I, 25-36, 2 fig., Palermo.
- FABIANI R., 1953-a. *Sulle interpretazioni geologiche delle anomalie negative della gravità regionale in Sicilia*. Rend. Accad. Lincei, S. 8ª, XIV, 365-373, 1 fig., Roma.
- FABIANI R., 1953-b. *Sulle interpretazioni geologiche delle anomalie negative della gravità regionale in Sicilia*. La Ricerca Scientifica, XXIII, 767-788, 1 fig., Roma.
- FABIANI R., 1954. *Studi e ricerche a scopo petrolifero in Sicilia nel primo cinquantennio del secolo*. Contr. di Scienze geol., vol. III, supplemento a La Ricerca Scientifica, XXIV, 32 pp., 3 tav. e 7 fig., Roma.
- FABIANI R. & PETRUCCI G., 1933. *Nuova esplorazione geofisica della Sicilia. Risultati generali e cenni particolari sulle determinazioni geomagnetiche*. Atti Accad. Lincei, S. 6ª, XVII, 686-691, Roma.
- FABIANI R. & TREVISAN L., 1940. *Prove dell'esistenza di uno stile tettonico a falde di ricoprimento nei monti di Palermo*. A. R. Accad. Italia, XI, 435-448, 4 fig., 1 tav., Roma.
- FLORIDIA G. B., 1931. *Osservazioni geologiche sul Monte Ivici (Trapani)*. Boll. Soc. Geol. Ital., L, 87-112, 2 fig., 4 tav., Roma.
- FLORIDIA G. B., 1949. *Scoperte di vestigia di attività vulcanica giurassica nei dintorni di Segesta*. Plinia, II, 3 pp., Palermo.
- FLORIDIA G. B., 1953. *Notizie e considerazioni sul basamento sedimentario etneo nei dintorni di Vena e di Presa presso Piedimonte Etneo*. Plinia, IV, 7 pp., 2 fig., Palermo.
- FLORIDIA G. B., 1954. *A proposito di alcuni nuovi ritrovamenti di manifestazioni eruttive nella Sicilia occidentale*. Plinia, V, 10 pp., 2 tav., Palermo.
- FOSSA-MANCINI E., 1924. *Il significato geologico delle anomalie di gravità riscontrate nell'Emilia, nelle Marche e nella Sicilia*. Proc. Verb. Soc. Tosc. Sci. Nat., XXXIII, Pisa.
- FOSSA-MANCINI E., 1925. *Rapporti tra gessi miocenici ed anomalie negative della gravità nell'Italia peninsulare e nella Sicilia*. Proc. Verb. Soc. Tosc. Sci. Nat., XXXIV, Pisa.
- GINO G. F. & SOMMARUGA C., 1953. *Le manifestazioni idrominerali della Sicilia*. Riv. Min. Siciliana, IV, 172-183, 1 carta, Palermo.
- GLANGEAUD L., 1952. *Interprétation tectono-physique des caractères structuraux et paléogéographiques de la Méditerranée occidentale*. Bull. Soc. Géol. France, S. 6ª, I, 735-762, 3 fig., Paris.
- GOURINARD Y., 1952. *Le littoral oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques)*. XIX Congr. Geol. Internaz., 62 pp., 14 fig. e 5 carte, Alger.
- GUTENBERG B. & RICHTER G. F., 1948. *Deep-focus earthquakes in the Mediterranean region*. Geofis. pura ed appl., XII, 4 pp., 1 fig., Milano.
- HOFFMAN B. J., 1952. *The gravity field of the West-Mediterranean area*. Geol. en Mijnb., XIV, 297-306, 4 fig., 1 carta, Leiden.
- LAGRULA J., 1939. *Mesures de l'intensité de la pesanteur en Tunisie*. C. R. Acad. France, CCVIII, 1627-1629, Paris.
- LAZZARI A., 1952. *Prospettive della Piana di Catania per la ricerca degli idrocarburi e primi risultati conseguiti dalla E.S.V.A.I.S.O.* VII Conv. Naz. Metano e Petrolio, I, 155-161, Palermo.
- MEDI E. & MORELLI C., 1952. *Rilievo gravimetrico della Sicilia*. Ann. Geofisica, V, 209-245, 4 carte, Roma.
- MIGLIORINI C. I., 1952. *Sunto geologico del sistema appenninico e gli idrocarburi*. VII Conv. Naz. Metano e Petrolio, I, 163-182, Palermo.
- MORELLI C., 1948. *La rete geofisica e geodetica in Italia nel suo stato attuale etc.* La Tecnica Italiana, N. S., I, 84 pp., 16 fig. e 5 carte, Trieste.
- N. V. DE BATAAFSCHE PETROLEUM M., 1952. *Isostatic isocorrection line map for Western Mediterranean and surroundings*. Europ. Assoc. Explor. Geophys., Den Haag.
- PETRUCCI G., 1936. *Contributo delle anomalie magneto-gravimetriche regionali alla conoscenza del sottosuolo siciliano*. Boll. Comit. Naz. Geod. e Geofis., S. 2ª, VI, 35-43, 2 fig., Roma.
- POLLI S., 1948. *Registrazione dei bradisismi costieri*. Geofisica pura ed appl., XII, f. 3-4, 8 pp., Milano.
- REEVES F., 1953. *Italian oil and gas resources*. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., XXXVII, 601-653, 11 fig., Tulsa (Okla.).
- RUATA G., 1940. *Carta delle stazioni idrominerali d'Italia in: Atlante Fisico-Economico d'Italia della Consociazione Turistica Italiana*. Milano.
- R. Ufficio Geologico (GEMMELLARO G.G., CORTESE, ANSELMO, BALDACCI, MAZZETTI, TRAVA-

- GLIA, CASSETTI), 1884-1886. Carta geologica d'Italia in scala 1 : 100 000. Fogli: 244, 248-54, 256-62, 265-77. Roma.
- R. Ufficio Geologico (NOVARESE V.), 1931. Carta geologica d'Italia alla scala da 1/1 000 000. Roma.
- RIZZO C., 1914, *Geologia dell'arcipelago di Malta*. Boll. R. Soc. Geogr. Ital., a. 1914, 1059-1075, Firenze.
- RUSSO P., 1947. *Contribution à l'étude tectonique de la Méditerranée occidentale*. Bull. Soc. Géol. France, 5^a, XVII, 81-95, 4 fig., Paris.
- SCALIA S., 1910. *Il Gruppo del Monte Judica*. Boll. Soc. Geol. Ital., XXVIII, 268-340, 2 tav., Roma.
- SEGRE A. G., 1953. *Risultati preliminari dell'esplorazione ecometrica del Basso Tirreno*. La Ricerca Scientifica, XXIII, 1550-1556, I carta, Roma.
- STAUB R., 1951. *Ueber die Beziehungen zwischen Alpen und Apennin und die Gestaltung der alpinen Leithünen Europas*. Ecl. Geol. Helv., XLIV, 29-130, 2 tav., Basilea.
- TONGIORGI E., & TREVISAN L., 1953. *Livret-Guide pour l'excursion en Sicilie* in: IV Congrès Internat. pour l'étude du Quaternaire, Pisa.
- TREVISAN L., 1935. *I monti di Caltavuturo e Sclafani (Palermo)*. Boll. R. Uff. Geol. Italia, LX, 20 pp., 3 fig., 1 tav., Roma.
- TREVISAN L., 1936. *Sull'Eocene e sulle trasgressioni nel territorio di Pachino*. Boll. Soc. Sci. Nat. Econ. Palermo, XVIII, 9 pag. 1 fig., Palermo.
- TREVISAN L., 1937. *Scoperta di basalti accompagnati da tufi fossiliferi nel Bajociano di Vicari (Palermo)*. Boll. Soc. Sci. Nat. Econ. Palermo, XIX, Palermo.
- TREVISAN L., 1942. *Problemi relativi all'epirogenesi e all'eustatismo nel Pliocene e Pleistocene della Sicilia*. A. Soc. Tosc. Soc. Nat., Mem. LI, 25 pp., 8 fig., Pisa.
- VALLE P. E., 1948. *Contributo allo studio delle caratteristiche sismiche del Mediterraneo centro-orientale*. Ann. Geofisica, I, pp. 266-278, 7 fig., Roma.
- VALLE P. E., 1951. *Sulla struttura della crosta terrestre nel Mediterraneo centro-occidentale e nell'Adriatico*. Ann. Geofisica, IV, pp. 399-409, 5 fig., Roma.
- VECCHIA O., 1952. *Sui principali caratteri strutturali dell'Italia settentrionale dedotti dalle misure gravimetriche*. Riv. Geofis. Appl., XIII, pp. 33-64, 1 fig., 2 carte. Milano.
- ZUBER S., 1940, *Manifestazioni e prospettive petrolifere dell'Italia alla luce degli accertamenti dell'ultimo trentennio*. 135 pp., 30 fig., (Italgraf). Roma.