

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXX
1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

RENDICONTI
DELLE SEDUTE
DELLA REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

~~~~~  
*18 febbraio 1923.*  
—————

MEMORIE E NOTE DI SOCI

**Geofisica.** — *L'anomalia della Gravità sulla Terra.* Nota del Socio prof. FEDERICO SACCO.

Uno dei problemi sulla cui interpretazione vi è tuttora disaccordo fra i geofisici, è quello che riguarda il fenomeno della *anomalia della gravità* alla superficie del globo terrestre e che consiste nel fatto che, riguardo al valore teorico, si constata in generale un difetto di gravità sui Continenti, e viceversa un eccesso di gravità sugli Oceani; il che porta ad ammettere che complessivamente ha maggior densità la materia litoidea sotto i bacini oceanici che non quella costituente le masse continentali.

Detto fenomeno porterebbe ad una specie di parziale compensazione gravitazionale complessiva nella crosta terrestre tra le masse elevate continentali e le masse depresse suboceaniche, per cui la forza di gravità tenderebbe ad essere quasi eguale dovunque (se ridotta al livello marino) come se il geoide non presentasse rilievi e depressioni.

Tale è il fatto la cui spiegazione è tuttora problematica per quanto assai discussa e variamente prospettata dai vari autori; la teoria isostatica vi è in parte connessa e concordante, ma essa, se anche ammessa come vera, non spiega il fatto in sè che deve avere una causa originaria, generale, fondamentale, profonda e quindi difficile a scoprire o accertare.

Ma se l'avviluppo, per quanto incompleto, idrosferico e specialmente la potentissima e generale coltre stratosferica del globo terrestre, nonchè gli svariati fenomeni geologici compiutisi su di esso attraverso centinaia di mi-

lioni di anni, ci mascherano ormai quelle parti profonde della Litosfera dove è probabilmente insita la causa del fenomeno in questione, parmi si possa tentarne l'indagine prendendo in esame un altro astro che si presenti in condizioni di osservazione migliore e precisamente il globo lunare che, mancando di aria e di acqua, potè conservare e ci lascia quindi ancora oggi osservare (data la sua vicinanza) la sua primitiva crosta di consolidamento.

Rimandando per dettagli ad un mio precedente *Essai schématique de Sélénologie* (Turin, 1907, con carta e sezioni selenologiche e numerose fototipie) mi limito qui a ricordare, per quanto riguarda l'argomento in questione, che l'esame della superficie lunare e varie considerazioni lasciano supporre che le sue aree superficiali irregolari frastagliate, apparentemente biancastre, più o meno elevate, le cosiddette *Terrae*, rappresentino la superficie scoriacea di prima consolidazione, durante il suo raffreddamento crostale; aree che (per quell'analogia colle formazioni terrestri che è suggerita dall'unità della materia e delle azioni cosmiche) possono ragionevolmente considerarsi come di costituzione prevalentemente acida, silicica o silico-alluminifera, forse un po' analoga al tipo litoide terrestre detto trachitico (l. s.), cioè analoga al *Sal* di Suess, e probabilmente con costituzione fisica a tipo piuttosto scoriaceo, bolloso, forse parzialmente pomiceo, per grande sviluppo di gas, ecc. (1).

Invece le aree della superficie lunare che si presentano come zone pianeggianti, più o meno depresse rispetto alle *Terrae*, subuniformi, di tinta bruno-nerastra, dette generalmente ma impropriamente *Maria*, devono rappresentare regioni di ultima consolidazione nel raffreddamento della crosta selenica; tali aree possono considerarsi come di costituzione (relativamente alle *Terrae*) più basica, più silico-magnesiaca, probabilmente un po' analoga al tipo litoide terrestre detto basaltico (cioè al *Sima* di Suess), probabilmente con costituzione fisica, rispetto alle *Terrae*, più compatta, più micromera, forse in parte anche jaloide-ossidianaica, certo meno bollosa per cause fisico-chimiche, nonchè per relativo esaurimento dei gas endogeni.

Cioè nel graduale raffreddamento e consolidamento della superficie lunare dovette verificarsi dapprima sul magma generale una vasta ed irregolare formazione crostale scoriacea (le *Terrae*) che io appellai perciò primaria: solo più tardi le aree, sia relativamente piccole (*Circhi*) sia immense (*Maria*), rimaste ancora a lungo pastose e meno bollose (anche per graduale esaurimento dei gas interni), a superficie pianeggianti, speciali regioni abbassatesi intanto più o meno notevolmente rispetto alle *Terrae* (da cui sono spesso delimitate nettamente per mezzo di linee di frattura seguite da sprofondamenti anche multipli, successivi), poterono consolidarsi, in due periodi successivi principali, che appellai secondari e terziari (nomi che non

(1) Ricordo in proposito che (come accenna L. Michel in *Études et notes de Géologie appliquée*, 1922) speciali esperienze sui raggi infrarossi hanno mostrato che la riflessione luminosa si compie sulle rocce lunari come sulle nostre lave terrestri.

corrispondono però per nulla a quelli dei geologi) costituendo così formazioni subregolari, pianeggianti, i *Maria* lunari.

Ciò posto e ritornando alla nostra Terra è probabile che nella sua originaria, primitiva formazione crostale sianvisi verificati fenomeni un po' analoghi a quelli lunari sovraccennati; cioè dapprima dovettero delinearsi fin dall'origine certe aree (consimili alle *Terrae* seleniche) di prima consolidazione scoriacea a prevalente costituzione acida, silico-alluminosa (*Sal*) per ossidazione dei metalli più leggeri; regioni che anche in seguito, malgrado mille successive modificazioni, erosioni, coperture sedimentarie e fenomeni tettonici d'ogni genere, costituirono però sempre l'irregolare nucleo o fondamento più o meno profondo dei futuri Continenti, certo assai modificati da quanto presentavansi in origine. Vedasi a tale riguardo la carta annessa al mio antico studio di un *Essai sur l'Orogénie de la Terre* (Turin, 1895), dove sono delineati come Massicci antichi (Horst, Moli, Boucliers, ecc.) le aree che, per quanto siano state decorticate dalla primitiva scoria superficiale ed abbiano subito deposizioni, movimenti e modificazioni notevolissime, possono dare una lontana idea della approssimativa posizione delle primitive *Terrae* della crosta terrestre.

Invece molte altre aree (probabilmente assai più estese, relativamente, che sulla superficie selenica, per differenze chimiche proporzionali o per maggior durata della fase magmica del globo terrestre a causa della sua maggiore massa e quindi maggiore riserva di calore, ecc.) rimasero ancora lungamente allo stato magmatico (in relazione più o meno diretta colle zone fluide profonde) costituendo così amplissime zone magmiche, forse con imponenti espansioni endogene; nello stesso tempo tali zone deprimevansi coll'accompagnamento di grandiose fratture periferiche, in modo da abbassarsi talora anche di parecchie migliaia di metri rispetto alle aree scoriacee prima formate, consolidandosi però infine anch'esse e costituendo così grandi regioni depresse, più o meno pianeggianti, consimili ai *Maria* lunari, a struttura compatta e costituzione silico-magnesiaca (*Sima*) più o meno ferrifera; regioni che subirono in seguito un'infinità di modificazioni di erosioni, di imponenti deposizioni sedimentarie e poi di relativi fenomeni tettonici, ma in complesso continuando sempre a costituire prevalentemente le aree depresse del geode e perciò quelle appunto che, per le precipitazioni atmosferiche, diventarono le principali aree oceaniche del globo terrestre.

L'angolosità dei limiti di certi *Maria* lunari (*Mare Crisium*, *M. Serenitatis*, *M. Nectaris* ecc.) la vediamo ripetersi con qualche analogia nella limitazione di certe aree oceaniche terrestri (specialmente col tipo circumatlantico), ciò che delineai nel lavoro sopra *Les Lois fondamentales de l'Orogénie de la Terre* (Turin, 1906), attribuendola ad un fenomeno pseudoseptarico e facendo osservare la corrispondenza di certe angolosità tra margini continentali opposti anche lontani (vedi pag. 10-11 e fig. 4 della tavola an-

nessa a detto lavoro), senza voler con ciò concludere trattarsi di parti continentali prima riunite ed allontanatesi poi dopo fratturazione, come espone il Wegener nel suo lavoro sopra *Die Entstehung der Kontinente u. Ozeane*, 1920.

\* \* \*

Ciò premesso, passando ora a considerazioni gravitazionali, notiamo anzitutto, continuando nella interessante comparazione seleno-geologica, che il globo lunare ha la densità di 3,4 mentre quello terrestre ha la densità di 5,5. Tale fatto è spiegabile coll'accentrazione degli elementi atomici più pesanti verso il nucleo della massa geica a danno, direi, di quella selenica, all'epoca in cui esse costituivano un ammasso cosmico complessivamente unico, probabilmente ancora gazofo (<sup>1</sup>). Detta differenza di densità tra il globo geico e quello terrestre, contribuì certamente, assieme alla molto minore massa lunare rispetto a quella terrestre, a rendere la forza di gravità sulla superficie della Luna assai minore che non sulla superficie della Terra; ci spiega inoltre vari fenomeni selenici caratteristici, come la grandiosità del fenomeno di ribollimento che plasmò gran parte della superficie lunare, le famose zone luminose che irradiansi per centinaia ed anche oltre mille chilometri dal centro di origine endogeno, e fors'anche in parte i curiosi corrugamenti ondulatamente subparalleli dei *Maria*. A questo proposito è da ricordare che tali corrugamenti ondulati (di cui tracciai i principali nella carta selenografica annessa a detto mio *Essai de Sélénologie*, potrebbero fors'anche essere in parziale relazione col fatto che la forza d'attrazione geo-solare sulla superficie lunare è notevolmente più grande che non quella lunisolare così nota come generatrice della marea sulla Terra; quindi è probabile che tale intensa azione geo-solare, combinata colla minore gravità esistente alla superficie lunare (quindi con efficacia assai maggiore che l'azione lunisolare sulla Terra), abbia potuto influire, a suo tempo, sul magma fluido dei *Maria* in modo tale da facilitarne i corrugamenti addensatisi e consolidatisi in seguito come oggi vediamo.

Inoltre la densità, solo 3,4 circa, del globo lunare, mentre ci prova in modo sicuro che esso è complessivamente costituito di materiali meno pesanti che non quelli del globo terrestre, ci fa pensare che probabilmente vi mancano o, piuttosto, vi scarseggiano gli elementi metallici; per cui è pro-

(<sup>1</sup>) È interessante notare che un aumento un po' analogo di densità, probabilmente spiegabile per analoga causa, riscontrasi nella serie dei Pianeti del sistema solare, da quello più interno (Mercurio) con densità 6,2, per cui si può supporre sia assai più metallifero (ferriero) che la Terra, a quello est-erno (Marte) con densità di circa 3,8 prossima a quella della Luna (3,4); per cui è probabile che questi due ultimi astri abbiano costituzione complessiva un po' analoga; quanto ai Pianeti esterni alla zona degli Asteroidi, essi hanno bensì una densità piccola (0,6-1,4), ma ciò è anche in parziale connessione collo stato loro essenzialmente gazofo, come anche quello del Sole, che ha pure una densità bassa, cioè di 1,4.

babile che le formazioni prevalentemente acide e scoriacee delle *Terrae* abbiano solo una densità di circa 2, mentre quelle, più compatte e più basiche, dei *Maria*, possano avere una densità di 2-3, supponendo che un po' di materiale più pesante, metallico o simile, adunatosi specialmente in profondità costituisca nell'interno del globo selenico una Barisfera della densità di 4-5 all'incirca.

Se così, o ad un dipresso, stanno le cose, ne risulterà naturalmente che alla superficie del globo lunare si debba verificare da luogo a luogo una anomalia di gravità un po' analoga a quella che verificasi sul globo terrestre nel senso che la gravità deve essere in complesso di minore intensità sulle *Terrae* che non sui *Maria*.

Passando ora alla Terra, è noto che la densità (poco più di 5,5, quasi 5,6) dell'intero globo terrestre è assai maggiore di quella complessiva (2,6-2,7) della Litosfera conosciuta; ciò ci obbliga ad ammettere che parte dell'interno della Terra sia di costituzione metallica, probabilmente piuttosto ferri-fera (specialmente verso il centro) o ferro-nichelifera (*zona nifica* o *Nife* di Suess), come ci indicherebbero le Meteoriti (olosideritiche), i fenomeni magnetici ecc., costituendo la cosiddetta *Barisfera*, *Metallosfera* o *Centrosfera* della densità media di 6-7 e forse anche di oltre 8 in certe zone per le enormi pressioni, ecc.

Sopra questa grandiosa Barisfera, costituente forse oltre i  $\frac{3}{4}$  circa del globo terrestre, debbono esistere sfere sempre meno pesanti (verso l'alto), meno metallifere (dello spessore complessivo di oltre  $\frac{1}{5}$  circa del raggio terrestre); di varia composizione sia chimica (piuttosto basiche, cioè zone silico-magnesiache o peridotico-ferrifere), sia fisica (dense ed in parte magmatiche), come la supposta *zona plastica*, con passaggio alla *Pirosfera*, ecc., che può essere anche la *zona di compensazione isostatica*, con densità di 3-4 nella parte superiore.

Da tale zona magmatica si deve giungere, sempre con transizioni gradualità, alla nota *Litosfera* (di densità varia da 2 a 3 circa), avente uno spessore probabile di un centinaio di Km. circa, coperta in gran parte da un velo di *Idrosfera* (di densità 1) dello spessore massimo di 10 Km.; avvolto il tutto dalla gassosa *Atmosfera* della densità solo di 0,0013 in basso e disperdentesi in alto (a parecchie centinaia di chilometri dalla superficie terrestre) coll'Idrogeno, l'Elio, il Geocoronio, ecc., sempre più rarefatti verso gli spazi interplanetari.

Tutto ciò è in relazione evidentemente con quella legge generale di separazione dei materiali per peso specifico (cioè di una naturale differenziazione gravifica degli elementi chimici) durante la condensazione della primitiva massa cosmico-geica, che già ha potuto spiegarci la differenza di densità esistente tra il globo terrestre e quello lunare.

Limitandoci ora alla Litosfera, da quanto si è esposto precedentemente risulta naturale che, come sulla superficie lunare, anche sulla superficie terrestre, malgrado i tanti fenomeni di alterazioni, di erosioni, di trasporti, di depositi (che costituiscono uno speciale sviluppo *stratosferico* sovrapposto al residuo di quello fondamentale corticale originario), nonché di tettonica, ecc., si sia ancora conservata in parte, specialmente a qualche profondità, una differenza di densità tra:

1°) le regioni litosferiche che prima si costituirono con prevalenza acida, silico-alluminosa (*Sal*) di natura pseudo granitoide-trachitoide, ecc. (con analogia alle *Terrae* lunari e formando tuttora il fondamento principale dei Continenti terrestri, pur variatissimi assai nei diversi periodi geologici), con densità media complessiva di circa 2,5;

e, 2°) le regioni invece che, rimaste più a lungo allo stato magmatico (in connessione quindi coi materiali fluidi profondi di densità un po' maggiore di quelli superficiali primi consolidati) e frattanto gradatamente abbassandosi, si solidificarono più tardi a costituire (come i *Maria* lunari) estese formazioni di natura prevalentemente basica, silico-magnesiaca più o meno ferrifero-peridotica (*Sima*) pseudo basaltoide, compatta, ecc., quindi con densità media complessiva superiore a 3; regioni che, per la depressione orografica che le accompagnò, divennero naturalmente e costituiscono poi sempre, almeno in complesso, il *substratum* delle aree oceaniche principali.

Ecco quindi come in tal modo, a parte le infinite variazioni ed irregolarità connesse, sia ad irregolarità originarie di consolidamento crostale, sia a svariati fenomeni successivi, sedimentari, tettonici, plutonico-vulcanici ecc., sia a varia distribuzione di certe rocce basico-ferrifere nella Litosfera, ecc., parmi si possa spiegare abbastanza naturalmente, per originaria differenza di densità nelle masse crostali, il fenomeno generale di quella specie di anomalia che si riscontra ora sulla superficie terrestre tra le regioni continentali, con difetto e quelle oceaniche, con eccesso di gravità, sul valore teorico.