

Spediz. in abb. postale - gruppo VI

# SPELEOLOGIA SARDA

*Notiziario trimestrale di informazione naturalistica  
a cura del Gruppo Speleologico Pio XI*

23

Anno VI - N. 3 - Luglio - Settembre 1977

SS2

FEDERAZIONE  
SPELEOLOGICA SARDA  
BIBLIOTECA

Inv. N°

146

552

SOMMARIO

SIMBOLA P. - Grottone di Punta Frommighedda	pag. 1
FURREDDU A. - Il sismografo: «Un occhio.....»	» 3
MARTIN WEDARD U. - La civiltà Fenicio-Punica	» 22
CERIONI E. - Genetica ed evoluzione	» 25
MAZZUZZI - CARTA - Grotta di Rio Tolu	» 28
SIMBOLA A. - Grotta del Serbatoio	» 31
NOTIZIARIO: Speleo Club Cagliari	» 21
Gruppo Spel. Pio XI	» 24
C.I.S.S.A.	» 27
Gruppo Grotte Fluminese	3.0 di cop.

**SPELEOLOGIA SARDA**

DIRETTORE - P. Antonio Furreddu - (070) 43290 - Via Sanjust, 11 - CAGLIARI

RESPONSABILE - Dr. Rinaldo Botticini - (070) 493095

Autorizzazione del Tribunale di Cagliari N. 259 del 5.6.1972

SEGRETERIA e AMMINISTRAZIONE - Via Sanjust, 11 - 09100 Cagliari.

ABBONAMENTO ANNUO L. 3.000 - UNA COPIA L. 800 - ARRETRATA L. 1.000.

Versamento sul C.C. postale N. 10/13147 - Speleologia Sarda - Cagliari.

*Il contenuto degli articoli impegna esclusivamente gli autori.*

*La riproduzione totale o parziale degli articoli non è consentita senza l'autorizzazione della Segreteria e senza citarne la fonte e l'autore.*

# GROTTONE DI PUNTA FROMMIGHEDDA

## Dati catastali:

Nome della cavità	<i>Grottone di Punta Frommighedda</i>
Provincia	<i>Cagliari</i>
Comune	<i>Fluminimaggiore</i>
Località	<i>Gutturu Pala</i>
Catasto	<i>SA/CA 1379</i>
Cartina I.G.M.	<i>F. 225 III S.O. - S. Benedett.</i>
Latitudine	<i>39° 24' 27"</i>
Longitudine	<i>03° 56' 12"</i>
Quota	<i>220 m. s.l.m.</i>
Sviluppo spaziale	<i>16 m.</i>
Dislivello massimo	<i>7,50 m.</i>
Rilevata il	<i>22 aprile 1977</i>
Da	<i>L. Guaita, D. Loi e P. Simbola</i>
Del	<i>Centro Iglesiente di Studi Speleo-Archeologici</i>
Lucido di	<i>L. Cuccu</i>

## Premessa.

La zona carsica di Gutturu Pala ricade in territorio appartenente al comune di Fluminimaggiore e risulta attualmente concessione mineraria della Piombo Zincifera Sarda; una miniera ancora attiva è presente tra l'altro nelle vicinanze del grottone in descrizione.

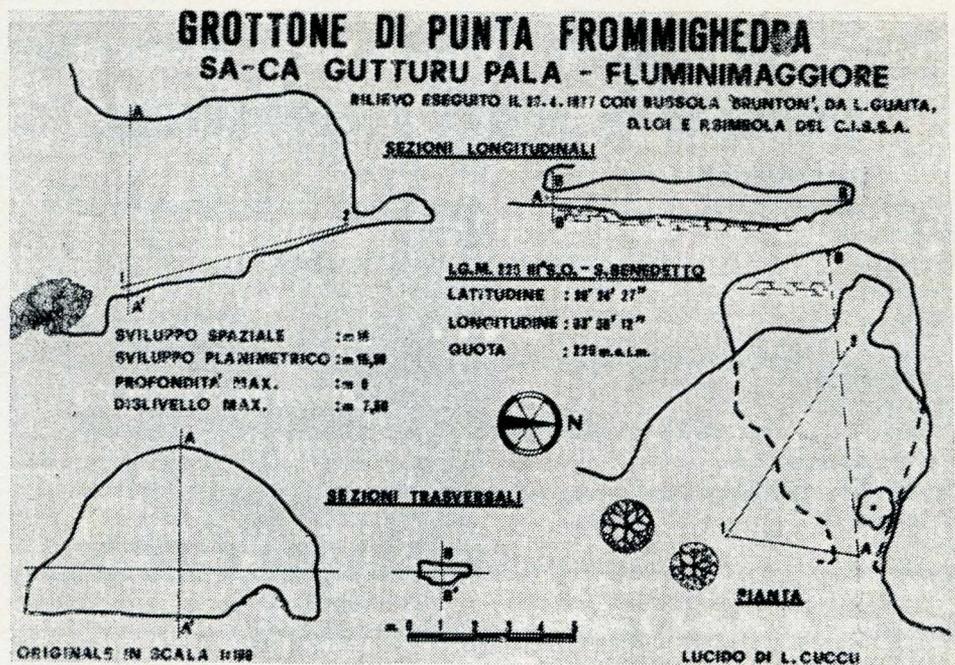
Per raggiungere la zona, da Iglesias, ci si inoltra dapprima nella strada statale 126 e poi in una strada a fondo battuto, cui si accede tramite un ponte in muratura che è localizzabile prima di giungere alla miniera di «Su Zurfuru»; la strada passa all'interno dell'ambiente minerario e dopo alcuni chilometri di percorso giunge infine a Gutturu Pala.

Questa zona carsica e quelle limitrofe, sono state fino ad oggi poco studiate dagli speleologi e non si conoscono finora che i rilievi e le descrizioni di solamente alcune grotte; queste cavità note sono però ben poche se si pensa all'estensione di calcare che comprende le zone di «Su Mannau», «Arenas», «Pubusinu», «Gutturu Pala» e «Sa Corona Arrubia».

E' da tener presente tra l'altro che nelle vicinanze di Gutturu Pala, nella zona di Pubusinu, è presente una delle sorgenti carsiche più grosse di tutta l'isola, che eroga una quantità d'acqua la cui media annuale è di circa 300 l/sec.; se si pensa che la «Grotta di Su Mannau» con i suoi circa 4 chilometri di grotta, eroga una media di 80 l/sec., è facile immaginare quale potrebbe essere il fenomeno idrogeologico della zona sopraccitata.

E' auspicabile quindi, per il futuro, un più assiduo lavoro in questa zona carsica ed in quelle limitrofe, al fine di avere una maggiore conoscenza speleologica di esse.

\* Centro Iglesiente di Studi Speleo-Archeologici.



### Descrizione.

La grotta è situata nella gola di «Gutturu Pala», a circa 20 metri di altezza dall'alveo del fiume che scorre alla base di essa, e si apre nel versante destro del canalone, per chi lo percorra dalla miniera verso il monte «Conca S'Ommu»; in effetti la cavità si trova quasi ai piedi del Monte Frommighedda che presenta un'altezza di 395 m. s.l.m. e che si eleva di circa 200 metri dalla base del canale.

La grotta è situata frontalmente agli strapiombi calcarei di «Roia is Codis», la cui quota è di 400 m. s.l.m.

L'ingresso della cavità, che si apre in calcare metallifero, si presenta con un'altezza di circa m. 5 ed una larghezza di circa m. 9; il pavimento risulta costituito da un crostone stalagmitico ricoperto da massi e foglie.

La parte terminale del salone è determinata da una piccola concamerazione inaccessibile, che termina dopo un breve tratto.

Nella parte sinistra della grotta, al di sotto del crostone stalagmitico, è presente un deposito di conglomerato a breccia, che testimonia lo scorrimento d'acqua dall'interno della cavità.

Una parte importante nell'ampliamento della grotta, devono comunque aver avuto anche i fenomeni eolici, che interessano questa zona.

Nella parte destra, sottostante sempre al crostone stalagmitico, si apre una concamerazione lunga circa m. 9, dell'altezza costante di circa 1 m., il cui pavimento è costituito prevalentemente da terriccio; la parte terminale di essa è costituita da massi, dovuti probabilmente ad una frana. Certamente la grotta veniva usata per il ricovero di bestiame, data la presenza di massi, appositamente sistemati, nell'ingresso.

E' stata notata anche la presenza di un muro in pietrame, nello spazio antistante la cavità, che risulta però parzialmente occultato a causa della fitta vegetazione presente nel luogo.

# Il Sismografo

**«un occhio per vedere sotto terra»**

*Il 28 agosto scorso si è sentita a Cagliari, e per mezza Sardegna sin oltre Oristano, una scossa di terremoto che, pur leggera e senza conseguenze, ha fatto correre fuori delle case centinaia di persone in preda al panico.*

*Lasciamo i particolari della cronaca ai giornali, specialmente locali, che hanno avuto materiale abbondante per alcuni giorni; ma, anche in seguito, a me sono giunte innumerevoli telefonate e richieste di amici che volevano saperne di più non solo sulla situazione locale ma sui terremoti in genere.*

*Sono venuto quindi nella persuasione che sarebbe stato gradito agli amici lettori un cenno su questa materia; ed in particolare agli speleologi che trovano nelle grotte i segni del passaggio di scosse telluriche.*

## **I terremoti più recenti**

*Il fenomeno sismico - il terremoto - è uno dei più interessanti fenomeni naturali, ma anche uno dei più terribili per l'umanità. Basta pensare che costa ogni anno in media 100.000 vittime e 1.000 miliardi di danni.*

*Ci sono anche altri fenomeni naturali, come alluvioni e carestie, di cui abbiamo avuto tristi esempi in questi ultimi anni, che mietono gran numero di vite umane e recano gravi danni: ma sempre meno dei terremoti; e inoltre son più rare e più facilmente alleviate dal progresso della civiltà e dalla collaborazione degli uomini, mentre ben pochi sono finora i ripari che l'uomo ha saputo trovare per le catastrofi sismiche.*

*Noi uomini, assillati da problemi immediati del nostro tempo, dimentichiamo presto gli eventi passati; ma basta richiamare alcune date per evocare nella nostra memoria fatti in qualche modo conosciuti.*

*Fuori d'Italia ricordiamo, abbastanza vicine a noi, alcune grandi catastrofi: il terremoto che distrusse Lisbona nel 1755, San Francisco nel 1906, Tokio nel 1923, Bucarest nel 1940.*

*In Italia, sempre limitandoci agli ultimi tempi, basta citare il terremoto del Gran Sasso nel 1703 con 40 mila morti, quello di Casamicciola nel 1883 dalle cui distruzioni era nato il modo di dire «è successo un Casamicciola», quello di Messina nel 1908 con oltre 100.000 morti, cui seguì quello di Avezzano nel 1915 dove morì il 90% della popolazione, per arrivare ai recentissimi del Belice in Sicilia e del Friuli, dei quali ancora sono vive le conseguenze nelle sofferenze di quelle popolazioni e nel periodico ricordo, almeno per gli scandali, negli organi di informazione.*

\* Osservatorio geofisico sardo.

\* Gruppo Speleografico Pio XI - Cagliari.

### La situazione in Sardegna.

In Sardegna, a memoria d'uomo, non c'è stata nessuna di queste catastrofi, ma non sono mancati terremoti di lieve entità.

In periodo storico troviamo notizie di otto terremoti sentiti in varie parti, ma senza vittime nè danni materiali, al di fuori della caduta di calcinacci.

Ecco le date: 4 giugno 1916 a Cagliari, 17 agosto 1771 pure a Cagliari, 1835 a Sardara, 1855 a Muravera, 1870 ad Ittireddu, 1887 ad Alghero ed Argentiera, 13 novembre 1948 in Gallura, ed infine quello sentito in una vasta zona del Cagliaritano il 28 agosto 1977.



Colonna stalatto-stalagmitica nella Grotta di Nettuno (Alghero, capo Caccia), spezzata dal terremoto del 1887. Il punto di rottura è indicato da una scatoletta.

La Sardegna quindi è una zona asismica, la più antica del Mediterraneo, poggiata su un basamento ben solido ed assestato da millenni, anche se circondato da zone sismiche come quelle citate della Penisola e quelle non meno ballerine e catastrofiche dell'Africa settentrionale (basti citare i nomi di Orano, Costantina, Orleansville, ecc.) per cui il Mediterraneo, culla della civiltà, può essere ben chiamato il «mare delle catastrofi».

La Sardegna è quindi una antica zona asismica nel mezzo del Mediterraneo, che pure è circondato da fasce di alta sismicità; questa situazione spiega le scosse che di tanto in tanto interessano anche la Sardegna in modo leggero.

La zona della Sardegna appare quasi bianca in tutte le carte sismiche d'Europa e d'Italia, con i pochi sismi citati, tutti leggeri, mentre in Italia si sono avuti, nei 2.000 anni dell'Era Volgare, 340 terremoti da rovinosi a catastrofici.

Da recenti studi dell'Ist. Naz. di Geofisica risulta per l'Italia una media di 80 terremoti all'anno, compresi quelli di leggera intensità; la Sardegna contribuisce a questa media con qualche scossa leggera ogni 30 anni, e per lo più proveniente da aree esteriori, specialmente africane.

### La sismologia scientifica.

Queste sono le notizie risultanti dalla *sismologia storica*, e questo mi dà l'occasione di accennare alle diverse parti di questa disciplina scientifica.

La Sismologia cioè la scienza che studia i terremoti e i fenomeni connessi la si divide in:

*Sismologia fisica* che indaga il terremoto nei suoi dati fisici applicando alle vibrazioni del suolo le leggi dell'elasticità e dell'acustica.

*Sismologia geologica* che studia i terremoti in relazione col rilievo terrestre, con la morfologia subacquea, col vulcanesimo, ecc.

*Sismologia storica* che cataloga i terremoti studiandone i documenti e gli effetti.

E proprio questa parte storica che sembrerebbe la meno feconda di risultati pratici è invece quella che reca i maggiori vantaggi almeno in questo periodo iniziale.

Con essa infatti si fanno le carte sismiche che servono per parecchi scopi pratici.

*Carte sismiche* sono le carte di una data regione dove vengono opportunamente rappresentati i caratteri distintivi della sua sismicità, e cioè dell'attitudine da essa manifestata di andare soggetta a movimenti sismici, considerati nei loro effetti.

I caratteri distintivi dei terremoti sono specialmente l'intensità e la frequenza, e poi anche la profondità ipocentrale e la natura delle scosse.

*Scopi pratici ed immediati delle carte* così costruite sono: l'edilizia antisismica, la previsione almeno approssimata, l'assicurazione contro i danni dei terremoti.

### **Le difese ora possibili.**

Per l'edilizia antisismica si hanno così le informazioni per applicare nelle regioni sismiche i suggerimenti e le norme che l'ingegneria ha studiato per le costruzioni di questo genere.

Per dare qualche esempio, consta che nel terremoto di Messina del 1908 delle 100.000 vittime che si ebbero l'80% sarebbe stata risparmiata se le costruzioni fossero state in migliori condizioni.

Oggi di fatti sono così e durante l'ultima guerra gli Inglesi si meravigliavano che a Messina le case non crollassero sotto i bombardamenti come nelle altre città, ma le bombe facessero solo lesioni locali nel punto ove cadevano.

Nel terremoto del 1940 in Romania delle 400 vittime di Bucarest 380 trovarono la morte nel crollo di un moderno grattacielo costruito contro le norme e i suggerimenti dati dai geofisici per quella regione.

Così nel terremoto di Tokio nel 1923 si ebbero oltre 100.000 vittime umane di cui l'80% perite nell'incendio seguito ai crolli di case costruite senza le norme speciali.

A proposito di Tokio voglio contare un esempio istruttivo.

I Giapponesi si erano persuasi, specialmente dopo il terremoto di San Francisco, che occorreva costruire con metodi nuovi suggeriti dall'architettura antisismica. In California infatti si era dimostrata la robustezza degli edifici ristretti, tipo grattacielo, nei quali tutti gli elementi sono collegati da una gigantesca struttura giocante in blocco, e le fondamenta sono ancorate profondamente nel suolo. Si dimostrò nella stessa occasione che il maggior numero di persone perì sui marciapiedi della città, sotto il crollo dei camini, dei mattoni, dei cornicioni, dei motivi

ornamentali, e che il sistema poco sicuro e articolato delle condutture del gas e dell'elettricità fu responsabile della distruzione quasi totale della città per incendio.

Bisognava quindi costruire con criteri nuovi e i Giapponesi, forti anche dell'esperienza californiana, chiamarono a Tokio l'architetto americano Wright affidandogli la costruzione di un grandissimo albergo capace di reggere ai più violenti terremoti dell'arcipelago.

Quattro anni di studi approfonditi diedero a Wright l'idea di realizzare un'immobile che seguisse i movimenti ondulatori della crosta come una grande nave. L'albergo fu edificato su pilastri di cemento molto ravvicinati, immersi per m. 2,50 in terra comune e per 30 m. in terreno argilloso che serviva da ammortizzatore delle vibrazioni. I piani, molto leggeri, furono costruiti in maniera che il centro di gravità dell'insieme risultasse il più basso possibile: ciascuno di essi poggiava su una larga piattaforma di cemento in aggetto che attraversava tutto il fabbricato. Le tegole del tetto erano fatte di sottili lamine di rame e i camini furono particolarmente rinforzati. I muri esterni, larghi e pesanti alla base, erano assottigliati verso l'alto e tutti legati fra loro in struttura uniforme. Le condutture d'acqua, di gas, d'elettricità furono installate in modo da resistere alla rottura. Durante i quattro anni di costruzione, i giapponesi consideravano Wright un autentico pazzo prevedendo che il suo albergo sarebbe sprofondato nel fango alla prima scossa. Ma quando la spaventosa prova del 1.º settembre 1923 s'abbatté su Tokio distruggendo 800.000 case, l'Albergo Imperiale si drizzava in perfetto stato fra le rovine circostanti, saldo, senza una sola fessura, in omaggio al genio del grande architetto.

In seguito si è potuto constatare che le città ricostruite secondo i metodi sperimentati hanno sostenuto brillantemente l'urto di nuove scosse, e perciò con criteri asismici si è costruito in Giappone, a Reggio Calabria e Messina e, in Grecia, a Corinto mentre nel Nord Africa poco si è ancora fatto su questo piano.

Comunque i risultati di recenti ricerche di laboratorio confermano che i sistemi devono orientarsi soprattutto verso criteri dinamici, tesi all'individuazione dei periodi di oscillazione, e non già a criteri statici di semplice rafforzamento.

### **Previsione dei terremoti.**

Abbiamo accennato che le carte servono anche per la *previsione dei terremoti*. Previsione in senso di probabilità più o meno sicura giacchè di vera previsione, allo stato attuale della scienza non si può ancora onestamente parlare.

Però è chiaro che, essendo il terremoto un fenomeno abbastanza costante, pur nella sua irregolarità, si ripeterà molto probabilmente negli stessi luoghi geologicamente favorevoli.

Accenniamo anche ad un altro studio sulle previsioni che si fa con i clinografi, cioè con gli apparecchi che segnalano e registrano i bradisismi. I bradisismi sono movimenti lentissimi di innalzamento o sprofondamento del terreno, che denunciano quindi delle tensioni interne che daranno origine presto o tardi ad un terremoto di assestamento. Fi-

nora però essi hanno dato qualche affidamento solo nelle zone sismiche mentre nelle zone normali non si può tirar fuori alcuna previsione, ma solo studi di altro tipo.

Altro scopo delle carte sismiche è *l'Assicurazione sismica*.

E' noto che le società assicuratrici debbono calcolare le probabilità degli eventi dannosi per poter stabilire il cosiddetto premio di assicurazione proporzionato al vero rischio. Lo studio della sismicità di una regione permette questo calcolo, che per noi in Italia ha la sua importanza sociale e nazionale dato il numero delle zone instabili e dei conseguenti danni periodici che si verificano nel nostro Paese.

### **Sismologia fisica e geologica.**

Oggi però la Sismologia non si sente in grado di dare altri vantaggi o protezioni contro il fenomeno sismico, ed è volta piuttosto ad altri settori di studio, che serviranno magari di base per la previsione dei terremoti e quindi per un'efficace protezione.

La Sismologia è volta ora a studiare l'attività endogena della crosta terrestre e delle altre zone più profonde ancora del nostro pianeta.

I progressi qui sono notevoli in ogni direzione e la Sismologia vi si è rinnovata nelle teorie e nelle applicazioni su basi matematicamente rigorose, arrivando a risultati insospettati finora.

Diamo quindi uno sguardo alle utilità che questo fenomeno così terribile sta ora recando agli uomini con le nozioni ricavate dalla sismologia fisica e geologica.

#### **I. Lo studio del sottosuolo (a grande scala).**

E' stato detto da uno scrittore americano che «Il Sismografo è l'occhio col quale è possibile vedere nelle viscere della terra» (Oldham).

Non so se qualche volta, sentendo le notizie scientifiche di dominio comune sull'interno della terra e sulla natura degli strati che si trovano a profondità inaccessibili, avete riflettuto sul modo usato dagli scienziati per attingere queste notizie.

Lo studio delle caratteristiche geologiche e tettoniche della crosta terrestre e degli strati più profondi ancora, si sottrae alla osservazione diretta già per profondità che superino qualche centinaio di metri o, in casi eccezionali, qualche chilometro.

Sappiamo infatti che una caverna naturale o un pozzo di miniera non superano la profondità di 1.000-1.500 metri; e una trivellazione per petrolio, in cui mandiamo sotto terra solo un tubo di una ventina di centimetri di diametro, va al giorno d'oggi ad un massimo di 5.000 metri cioè 5 chilometri, che sono davvero un'inezia confrontati con la profondità del centro della terra che è di 6.370 chilometri.

E del resto questi punti di penetrazione diretta sono quasi sempre molto limitati, e quindi non si possono utilizzare per lo studio di vaste regioni.

Per estendere la conoscenza verso l'interno della terra è necessario quindi ricorrere alla Geofisica, che offre mezzi indiretti di ricerca e di interpretazione di fondamentale importanza in questo ordine di studi, sia che si tratti di prospezione mineraria a carattere locale, sia

nel caso di prospezione geofisica in senso più largo, per la conoscenza cioè delle strutture tettoniche di vaste porzioni della crosta terrestre o addirittura per lo studio di tutto l'interno della terra sino al centro del geode.

Vediamo in due parole come si fa ad eseguire questi studi, naturalmente senza calcoli matematici ma solo indicando la via che gli scienziati seguono per arrivarci.

\* \* \*

Noi ci troviamo rispetto alla nostra terra di cui vogliamo conoscere l'interno - mi si passi il paragone - come un uomo che voglia conoscere quanto vino rimane ancora nella sua botte, senza doverla aprire. La picchierà a diverse altezze con la nocca della mano e, sentendo il riflesso delle onde sonore, stabilirà almeno in modo approssimativo sino a qual punto è piena.

Evidentemente noi non possiamo picchiare con la nocca della mano su un punto della superficie terrestre ed ascoltare il suono in un altro punto, perchè le proporzioni sono ben diverse e noi ci troviamo ancora inferiori ad alcune formiche che volessero con questo metodo misurare dall'esterno uno dei nostri grandi palazzi.

Ed allora ci serviremo dei colpi naturali che avvengono ogni tanto sulla superficie terrestre; non potendo sentire sempre il suono ci serviremo delle vibrazioni elastiche che si trasmettono ben più lontano e con leggi conosciute.

Ecco quindi chiaro uno degli scopi della sismologia; i sismografi sono strumenti sensibilissimi che registrano vibrazioni che arrivano anche da molto lontano, anche da tutta la terra, e per mezzo di queste vibrazioni e del comportamento delle onde suscitate da esse noi cerchiamo di conoscere la conformazione interna della sfera che abitiamo. I terremoti costituiscono per noi le percussioni che suscitano queste vibrazioni ed onde di vario tipo che ci servono per il nostro studio.

Vediamo per maggiore chiarezza come viene impostato il lavoro.

Alcune misure dell'interno della terra sono ormai acquisite alla Scienza, e le possiamo trovare anche nei manuali di geografia che studiano gli alunni del liceo. Non solo misure astronomiche come il raggio terrestre, ma anche quelle appartenenti allo spessore dei vari strati.

Così sappiamo che esiste un nucleo di 3.450 Km. di raggio, seguito da una coitre magmatica di 2.880 Km. di spessore, chiamata mantello, ed infine la crosta solida con uno spessore medio di 40 Km. che non supera i 60-70 nei punti di maggior spessore.

Per comprendere come si è misurato tutto ciò, facciamo il cammino a ritroso cioè supponiamo di conoscere già questi strati e vediamo come dovrebbero comportarsi in essi i raggi sismici.

I raggi che vanno verso il centro dovrebbero avere velocità crescente e, se incidono con angoli diversi da 90° dovrebbero incurvarsi e tornare alla superficie a determinate distanze dal punto di partenza.

Nelle superfici di discontinuità o costituenti separazione fra mezzi di diversa densità si dovranno verificare riflessioni e rifrazioni secondo leggi conosciute di acustica, di ottica e di meccanica razionale.

Orbene noi vediamo che di fatto si ha nei raggi sismici tutto

questo diverso comportamento, e di esso si son serviti i geofisici per stabilire lo spessore e la natura dei diversi strati che costituiscono il nostro geoide.

Si sa ora, in seguito ad osservazione, che la velocità di propagazione cresce al crescere della profondità (vedi diagramma) sin verso i 2.900 Km.; qui si ha una brusca interruzione, un ritorno a velocità basse, e poi subito riprende l'aumento di velocità che si conserva, con qualche piccola variazione, sino al centro della terra.

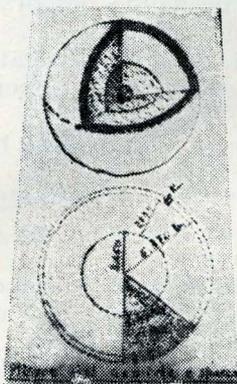
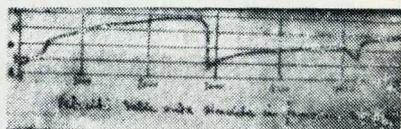


Diagramma delle velocità crescenti, con brusca caduta in corrispondenza del nucleo.



Misure indicative dei vari gusci concentrici che costituiscono la Terra.

Vuol dire che a quella profondità esiste un netto cambiamento di natura del mezzo nel quale le onde si propagano: ciò che è confermato dalla deviazione dei raggi sismici in seguito a riflessione e rifrazione.

Supponiamo che un terremoto avvenga nella crosta, vicino alla superficie terrestre, ed osserviamo - con diversi sismografi situati in diversi punti della superficie terrestre - le varie onde che arrivano in diverse direzioni. Teniamo però presente il fatto che ogni onda, se trova sul suo cammino una superficie di discontinuità, si riflette e si rifrange generando altre quattro onde, due riflesse e due rifratte, che si propageranno con direzioni e velocità esattamente calcolabili con formule matematiche.

Arriveranno nelle diverse stazioni onde di forma diversa e di velocità distinta; arriveranno prima le più veloci e poi le meno veloci, in modo che saranno scaglionate nel sismogramma e distinguibili pur nel loro groviglio a prima vista inestricabile.

Le onde sono anche di diversa natura, longitudinali o trasversali, secondo che le particelle del mezzo percorso dal moto ondoso vibrano nel senso del raggio di propagazione, oppure nel senso ad esso perpendicolare. E si trasformano le une nelle altre secondo la natura del mezzo attraversato.

I geofisici le classificano in varie maniere, le distinguono al loro arrivo per diverse caratteristiche, e se ne servono per indovinare la natura dei mezzi attraversati.

Così per esempio si riconoscono molto bene; le P e le S ossia le Undae Primae e Undae Secundae che sono rispettivamente longitudinali e trasversali e arrivano per prime alla stazione di registrazione.

Ci sono le onde L, chiamate onde di Love, che sono onde superficiali trasversali tangenziali, polarizzate cioè nel piano di propagazione; e le LR chiamate onde di Rayleigh, superficiali trasversali non polarizzate.

Troviamo poi le onde M, o massimali, che caratterizzano la fase più ampia del terremoto; le onde C che generalmente sono associate ad altre dirette o riflesse.

E questi tipi fondamentali si suddividono poi acquistano i nomi di Pg, P\*, Pn; e rispettivamente Sg, S\*, Sn, secondo che hanno percorso lo strato del granito, del basalto, o si sono rifratte nel mantello.

Vengono chiamate  $P_{x1}$ ,  $P_{x2}$  se da trasversali si sono trasformate in longitudinali nella superficie tra granito e basalto, oppure nella superficie di Mohorovicic che separa la crosta dal mantello.

Sono invece  $S_{x1}$  ed  $S_{x2}$  se da longitudinali si son trasformate in trasversali nel passaggio delle suddette superfici di separazione.

Se troviamo nel nome di un'onda la lettera K una o più volte significa che detta onda è penetrata nel nucleo e vi si è riflessa una o più volte; per es. SKS, SKKS, PSKS, ecc.

Ed oltre queste onde studiate ed accettate ormai da tutti i competenti, ce ne sono poi delle altre che vengono individuate da uno o dall'altro degli studiosi e permettono nuove ipotesi e poi nuove conclusioni.

Così per es. quando abbiamo detto che lo spessore del mantello è dell'ordine di 2.900 Km. ed il nucleo di 3.450 non abbiamo voluto dire che queste zone siano omogenee in tutto il loro spessore.

Diversi ricercatori hanno notato degli echi venienti da discontinuità o variazioni caratteristiche a diverse profondità, così da suddividere ancora queste zone. Ma si tratta di superfici di 2.o ordine, di variazioni di gradazioni della densità non così evidenti come le grandi divisioni ed ancora allo studio.

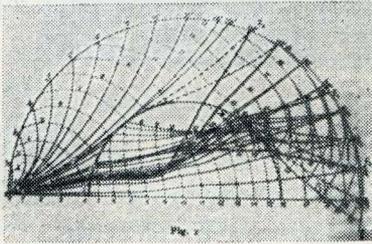
Ad ogni modo, in accordo con l'andamento delle velocità delle onde sismiche si divide oggi il mantello in quattro strati:

(33) A =	0 - 33 Km.	}	
(380) B =	33 - 413	}	Sima
(587) C =	413 - 1000		
(1890) D =	1000 - 2890	}	Simafer
Mentre il nucleo è diviso in tre strati			
(2090) E =	2890 - 4980	}	Nife
(140) F =	4980 - 5120		
(1250) G =	5120 - 6370		

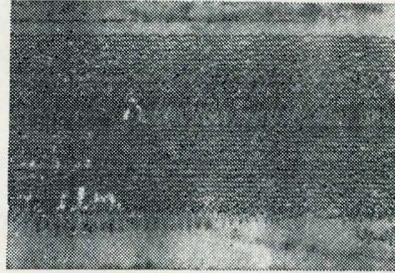
Tutti questi strati sono a densità diversa e quindi i raggi sismici si incurvano, con fenomeno analogo a quello che fa incurvare i raggi luminosi nei fenomeni ottici conosciuti del miraggio e della fata morgana, o in quelli ancora più frequenti e noti che si verificano ogni giorno al sorgere e tramontar del sole; il sole si vede più grande del normale ed è visibile un paio di minuti prima del vero sorgere e dopo il vero tramonto fisico in cui i raggi si propagassero in linea retta.

Così i raggi sismici variano di velocità con la profondità in quanto il coefficiente di Poisson varia pochissimo, mentre il modulo di Young può ammettere valori disparatissimi e cresce con la profon-

dità più rapidamente della densità. Variando così di velocità avranno traiettoria curva con la concavità rivolta verso la superficie terrestre. Infatti se consideriamo la terra costituita da infiniti strati concentrici di piccolo spessore, omogenei, la traiettoria del raggio sismico sarebbe data dall'involuppo della spezzata costituita dai tratti rettilinei relativi ai singoli strati supposti infinitesimi.



Da sinistra, dove si è verificata una scossa sismica le onde elastiche si propagano, con percorsi diversi e diverse curvature, secondo la costituzione degli strati interni.



Tracciato di un sismogramma con groviglio di varie onde da cui il sismologo deve trarre le interpretazioni.

Si comprende quindi come si possano calcolare con sufficiente esattezza le varie densità e strati e discontinuità di cui abbiamo parlato. Chi si intende un pochino di matematica sa che non è una difficoltà insuperabile questo calcolo col metodo dei minimi quadrati, e tenendo conto delle formule note della meccanica razionale, con la costante di Lamé, il modulo di Young, il coefficiente di Poisson e simili divertentissime cose.

\* \* \*

Anzi esiste un metodo persino per calcolare le temperature all'interno della terra, servendosi delle onde sismiche in base alla teoria dei solidi con una relazione che lega la densità, la temperatura e la velocità delle onde longitudinali e trasversali.

Si è così arrivati a valori dell'ordine di 2000° cent. per l'inizio del mantello, che crescono con la profondità sino a 6000°; per il nucleo si hanno valori meno sicuri che vanno dai 6000° ai 10.000° centigradi.

\* \* \*

Si cerca anche di studiare, pur in mezzo a grandi difficoltà, la costituzione chimica del nucleo. Seguendo diversi metodi; sismicità, periodo di Eulero, maree lunari, rigidità del mantello, gradiente geotermico, radioattività, ecc. sembra che la teoria più fondata sia quella di un liquido (ferro e nichel allo stato di fusione), che abbia magari all'interno qualche discontinuità, e all'esterno uno strato di passaggio una specie di involucro solido di meno di 200 Km. di spessore.

\* \* \*

Tanto per dare un'idea del metodo sismico dirò che come schema si svolge in questo modo.

Si scelgono per una stazione i terremoti che provengono dagli antipodi e si cerca di individuare le onde che hanno percorso il cammino del diametro della terra. In queste onde si nota sempre che mancano le vibrazioni di tipo trasversale, come se fossero assorbite da un filtro trovato per la strada. Ora noi sappiamo che il filtro per le onde trasversali è un liquido.

Scegliendo opportunamente i terremoti e le stazioni di studio si arriva a determinare con sufficiente esattezza il volume di questo liquido, dove incomincia e finisce, quale il suo contorno ecc.

\* \* \*

### **Gli strati della crosta.**

Uno studio di interesse più immediato, più sicuro ed anche più accessibile al pubblico è quello degli strati più immediatamente vicini della crosta.

Abbiamo già accennato di passaggio allo strato di granito e di basalto, che sono appunto i due strati fondamentali in cui si divide la crosta, naturalmente non intendendo granito o basalto esclusivi nel senso mineralogico, ma di rocce di quel tipo fondamentale.

Generalmente lo spessore dei 40 - 60 Km. di crosta è diviso per metà; superficialmente lo strato del granito sotto quello del basalto. Ma si hanno variazioni anche di grande entità per i diversi continenti e anche per diverse zone limitate.

Per ogni terremoto di una certa importanza oggi si fa appunto questo studio, cioè il rilevamento dello spessore dei vari strati che serve poi per studi e applicazioni multiformi.

Queste misure di spessore delle stratificazioni superiori della crosta terrestre si fanno generalmente determinando il tempo di tragitto delle onde spaziali dirette e rifratte, per zone relativamente vicine all'epicentro; oppure con la dispersione delle onde superficiali trasversali o miste (L od M), registrate a grande distanza perchè si possa rilevare la dispersione; o anche sulle variazioni di velocità (meglio di un fattore di velocità) di onde dirette longitudinali e corrispondenti trasversali.

Così per esempio sotto l'Europa si ha uno spessore di granito da 20 a 30 Km. di basalto pure da 20 a 30 Km. con un totale di crosta da 40 a 60 Km.

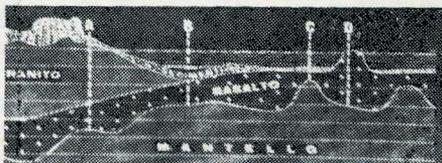
Nell'Asia abbiamo di meno: 20-25 Km. di granito, 20-25 di basalto, ed un totale di 40-50 Km. di crosta.

Nell'America 15-25 di granito, 25-40 di basalto, 40-60 di totale.

Sotto gli oceani estesi lo strato del granito si riduce quasi a zero, mentre cresce di spessore sotto le montagne. Così sotto le nostre Alpi 35-40 Km. di granito che poi viene assottigliandosi man mano che si discende la pianura.

Sotto il Mediterraneo si ha una media di soli 14 Km., e in genere per l'Italia meridionale si nota un progressivo assottigliamento man mano che diminuisce la latitudine.

Questa è una conclusione su cui ha portato qualche luce il terremoto sardo nel 1948, di cui parlavamo all'inizio.



Uno schema con gli spessori degli strati della crosta solida variabili secondo le varie zone montagnose o marine.

In generale si nota quindi che si hanno delle specie di radici profonde sotto i sistemi montuosi (prevale il granito sotto le Alpi, il basalto sotto la Sierra Nevada, non sappiamo il perchè), e gli strati sono generalmente inclinati ad in parte seguono il profilo esterno.

### Deriva dei continenti.

Oltre questo genere di studi, i cui risultati sono accettati universalmente senza discussione dagli scienziati ed incominciano anche a diventare patrimonio comune abbastanza noto, ci sono altri argomenti, più discussi, ma di natura simile, che voglio almeno accennare in modo indicativo.

Credo che tutti avrete sentito parlare della ipotesi di Wegener, (nato a Berlino il 1880, morto in Groenlandia 1930), sulla deriva dei continenti. Questo studioso notando la somiglianza della forma costiera della parte orientale delle Americhe e dalla parte occidentale dell'Africa ed Europa che, ravvicinate, si incastrerebbero bene le une nelle altre per formare un unico continente, pensò che forse un tempo queste terre erano realmente unite. Poi, per un immane cataclisma, si produsse una frattura longitudinale e le due pittaforme continentali, slittando sul magma fluido sottostante, si allontanarono e lo spazio intermedio fu riempito dalle acque dell'Oceano Atlantico.

Facendo d'altra parte, con sondaggi a largo raggio, il profilo batimetrico trasversale dell'Atlantico si rileva un'intero sistema montuoso sommerso, chiamato cresta atlantica mediana; e forse su questa notizia son sorte le leggende dell'Atlantide, di città sommerse di cui solitori naviganti avrebbero intravisto tracce e sentito romantici richiami.

Ora si è affrontato il problema della ipotesi di Wegener con la sismologia, profittando di terremoti che avvengono con una certa frequenza proprio in questa cresta mediana.

Alcuni sismologi americani hanno creduto di rilevare che le onde sismiche si trasmettono in modo molto diverso dalla cresta mediana verso l'America e dalla cresta mediana verso l'Europa cioè in senso opposto. Qualcuno ha concluso dai suoi studi in proposito che il fondo dell'Atlantico nella parte occidentale, cioè tra la cresta mediana e l'America ha le caratteristiche dell'Oceano Pacifico e degli altri oceani, vale a dire piccolo spessore della crosta sialica basante quasi subito direttamente sul sima. Mentre la parte orientale, fra la cresta mediana e l'Africa-Europa avrebbe caratteristiche simili al continente africano ed europeo.

### **Teorie isostatiche.**

Altri studi per i quali si aspetta una conferma dalla Sismologia sono quelli *Isostatici*, che si occupano cioè del modo con cui è in equilibrio la crosta terrestre che poggia sul mantello della terra allo stato magmatico.

E' noto che si contendono ancora il campo tre ipotesi principali.

#### **1) Teoria di Pratt** (arcidiacono di Calcutta 1855).

Ad una certa profondità, (da calcolare ancora) esisterebbe una certa superficie di compensazione al di sopra della quale le masse per unità di area, sarebbero uguali in tutti i punti.

Come dire che in corrispondenza delle montagne la materia ha subito dilatazioni e si trova ad una densità minore, inversamente proporzionale all'altezza delle montagne. Negli avvallamenti oceanici ci sarebbe materia più densa per contrazione in modo da fare sempre uguale il peso totale per unità di superficie.

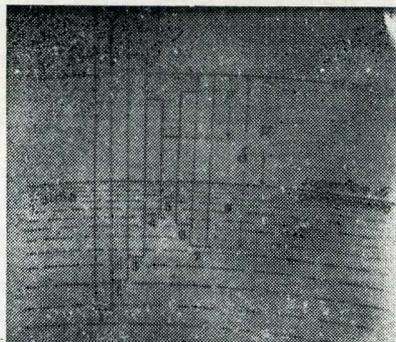
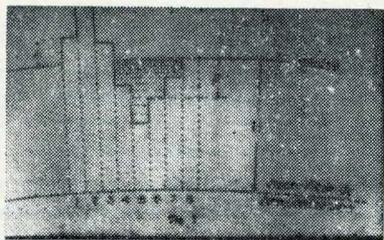
Nella fig. sarebbero uguali i pesi delle sezioni 1, 2, 3, 4, ecc.

E' un'ipotesi ormai vecchia che ha però il merito di aver facilitato enormemente la riduzione internazionale delle misure di gravità eseguite nelle varie parti del mondo.

Qualche studioso si serve ancora di essa e fa i calcoli della profondità della superficie di compensazione, ma i più vedono una difficoltà gravissima nel fatto che in questa teoria rimane poca possibilità di compensazione per squilibri attuali che per caso capitassero nella crosta per fattori esogeni o endogeni.

#### **2) Teoria di Airy** (astronomo contemporaneo di Pratt).

Riconoscendo la viscosità delle rocce in profondità e quindi lo scorrimento per le parti non compensate escogitò, al posto della superficie di compensazione della teoria precedente, una superficie di galleggiamento nel Sima (a profondità da calcolarsi) dove affonderebbero più o meno i singoli blocchi secondo il loro reale peso. Le montagne



**Diagrammi esplicativi delle ipotesi isostatiche di compensazione e di galleggiamento.**

quindi affonderebbero di più; le depressioni oceaniche di meno, e le pianure a livello del mare avrebbero una linea di galleggiamento media.

L'equilibrio è dunque idostatico, secondo il principio di Archimede.

E' da notare che, secondo questa teoria, son possibili le compensazioni in qualunque tempo per squilibri accidentali.

Non mancano però difficoltà anche qui specialmente per l'interdipendenza e l'influsso della parte liquida sulla solida.

### 3) Teoria di Vening-Meinez.

Si può dire che è un ulteriore perfezionamento delle precedenti, in quanto suppone, al posto della compensazione verticale una compensazione razionale che tien conto dei blocchi vicini.

La crosta sarebbe quindi come una piastra estesa ma elastica che galleggia in equilibrio sul magma a densità superiore.

La compensazione per sovraccarichi topografici avviene per affondamento della piastra in qualche punto, tenendo però conto degli effetti laterali.

E' chiaro che non si hanno ancora elementi con cui giudicare sicuramente queste teorie e si fanno studi specialmente con i terremoti per calcolare la misura e la forma delle radici sottostanti alle montagne, gli assottigliamenti in corrispondenza delle fosse oceaniche ecc. Per verificare la rispondenza a verità di una o dell'altra delle teorie serve anche studiare l'origine dei terremoti. Si distinguono così:

*Terremoti di frattura*, caratterizzati in una stazione perchè si presentano con lo stesso segno, di compressione o dilatazione in quadranti opposti.

Finora si son rivelati come caratteristici nel sistema alpino e nel basso Tirreno.

*Terremoti di sprofondamento*, che presentano una dilatazione per una circonferenza di dato raggio,, e compressione all'esterno. Ci sono molti esempi nell'alto Adriatico e sono caratteristici perchè accompagnati da bradisismi negativi dell'Istria e Dalmazia.

*Terremoti di sollevamento*, che presentano compressione all'interno di una circonferenza di dato raggio e dilatazione all'esterno. Qui da noi sono caratteristici dell'Apennino, e sono accompagnati da bradisismi di sollevamento di vasti strati per es. quello di Campo Imperatore.

Con questi elementi si potrà forse giudicare e calcolare l'entità delle compensazioni per squilibri attuali e quindi aver luce sulle teorie isostatiche di cui abbiamo accennato.

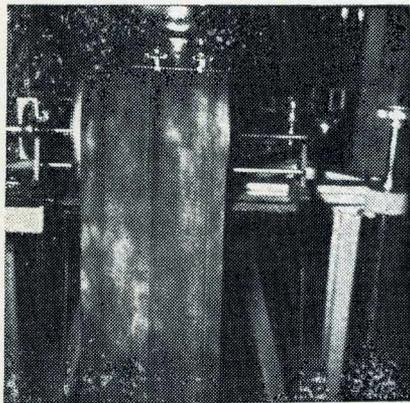
\* \* \*

Da quanto abbiamo detto siamo quindi in grado di avere un'idea più esatta del lavoro degli scienziati che si occupano di sismologia.

Il Servizio che oggi fanno gli Osservatori Geofisici che hanno sismografi non è quello di calcolare immediatamente gli epicentri e comunicarli, cosa oggi superata e resa inutile dalla moderna organizzazione delle telecomunicazioni. e tanto meno far la previsione dei terremoti che, allo stato attuale della Scienza, è assolutamente impossibile se non forse nelle zone sismiche speciali ove del resto la previsione è superflua.

Il lavoro normale degli Osservatori è invece quello di raccogliere più dati possibili di tutti i terremoti che avvengono nel mondo e poi

studiarli per trarne le conclusioni scientifiche cui abbiamo accennato poco fa. Generalmente quindi ogni studioso raccoglie il materiale che può nel suo osservatorio e, quando vuol fare uno studio su un terremoto particolare, studio che dura anche degli anni, chiede le registra-



**Il nostro sismografo Wiechert orizzontale registra, con due pennini, le componenti Nord-Sud ed Est-Ovest che permettono la localizzazione direzionale di un terremoto.**

zioni di quel tal terremoto agli altri Osservatori le cui registrazioni possono interessarlo. Esiste quindi una organizzazione internazionale, che fa capo all'America che elabora tutti i dati e facilita agli studiosi il compito a cui vogliono dedicarsi.

## **II. Prospezione Geomineraria.**

Fin qui abbiamo però visto le applicazioni scientifiche dei terremoti e dei sismografi: la loro utilità, considerata solo in questo campo non è di quelle che siano commensurabili in chiari termini economici. Essi sono gli strumenti moderni di un antico umanesimo della Scienza, la quale è rimasta per secoli conoscenza disinteressata.

Tuttavia, per chi non si accontenta di benefici di questo genere, e cerca da qualunque attività scientifica anche applicazioni immediate possiamo dire che quasi tutte le scoperte scientifiche, anche incominciate con teorie astratte, si son rivelate poi fonti di ricchezza anche materiale e capaci di interferire (anche troppo) nella nostra vita di ogni giorno. Non fa certo eccezione la Sismologia.

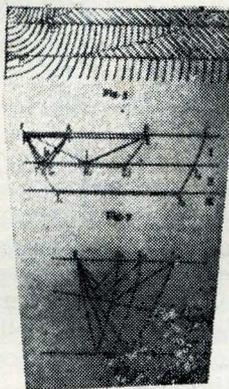
Le prime a persuadersi di questo sono state le Società che si sono cimentate in ricerche minerarie a vasto raggio, sperimentando come la ricerca scientifica, che prescinde in se stessa da scopi pratici si è dimostrata la base indispensabile per il successivo impiego a scopo utilitario.

Ingegneri e geologi hanno poi pensato di utilizzare i servizi che le onde sismiche rendevano per vedere molto lontano nelle viscere della terra, anche per vederci da vicino e vedere quindi maggiori particolari. Non si poteva, studiando le onde elastiche prodotte da un terremoto, fare calcoli precisi sulle caratteristiche del sottosuolo prossimo alla superficie e vedere per es. se ci sono strati altamente elastici che possono essere giacimenti metalliferi, se ci sono cavità che possono contenere petrolio, ecc.?

A queste domande la Sismologia dava risposta affermativa. La difficoltà era di avere terremoti quando si volevano effettuare le misure e specialmente avere terremoti nelle zone desiderate e che avessero le caratteristiche più adatte, come intensità, lunghezza d'onda, profondità,, direzione ecc. per le misure da effettuare.

Si pensò di fare dei terremoti artificiali, su misura, facendo scoppiare delle mine di varia potenza e a diverse profondità, e l'applicazione fu feconda di risultati.

Ci ritroviamo a ripetere il paragone dell'uomo che ricerca il livello del vino nella sua botte picchiando con la nocca della mano. Qui siamo noi che picchiamo la terra con lo scoppio di una mina e, data la piccola profondità e modesta distanza che ci serve, possiamo ascoltare con i sismografi le onde trasmesse ed i loro echi di riflessione o di rifrazione.



Andamento delle onde sismiche artificiali usate per ricerche geofisiche: minerarie, petrolifere, idriche ,ecc.

Noi sappiamo che i materiali costituenti la crosta terrestre si comportano:

*come viscosi* (in senso lato della meccanica razionale) se sottoposti all'azione di forze lungamente applicate;

*come elastici* se le forze agiscono bruscamente e per breve periodo di tempo.

La prima qualità si studia nelle rocce sedimentarie formatesi un tempo sul fondo dei mari e sottoposte successivamente alla lenta azione di corrugamento della crosta terrestre (bradisismi, livellamenti) la seconda testimoniata dalla propagazione delle onde sismiche e la possiamo utilizzare per determinare le superfici riflettenti o rifrangenti, o gli ostacoli che determinano diffrazioni o assorbimenti analogamente a quanto avviene nell'ottica geometrica.

Le onde impiegate sono di unghenza fra 10 e 500 metri generate da cariche diversamente dosate. Arriveranno al sismografo e saranno registrate non solo le onde dirette trasmesse superficialmente, ma i diversi echi di riflessione (V. fig.) e rifrazione, più o meno deformati dalla diversità degli strati.

Studiando l'arrivo di queste onde si potrà ricostruire tutto l'andamento degli strati ad una data profondità, e disegnare se si vuole carte topografiche per ogni profondità che interessa.

Si vedrà quindi dove c'è uno strato geologico che interessa la Scienza, o un filone metallico che può essere oggetto di coltivazione mineraria, o una cavità piena di liquido che dia buon affidamento per estrarre petrolio.

Oggi dappertutto, prima di adoperare la sonda ed inalzare le costose strutture per lo scavo di un pozzo di petrolio, sono state effettuate le prospezioni geofisiche che hanno dato indicazioni preziose.

E' chiaro che nella pratica le cose non sono così lisce come lo schema che vi ho esposto. Questo avviene solo quando le cose sono regolari, cioè superfici piane o curve non troppo pronunciate, senza rotture o discontinuità. Condizioni ideali poco frequenti, specialmente in Italia e quindi difficoltà d'ogni genere per trarre delle conclusioni probanti.

Da noi si ha per esempio quasi il 60% di zone prive di riflessi o con riflessi scarsi, generalmente per assorbimento da parte di strati superficiali, ma questo impedisce grandemente le operazioni e spesso si hanno nella interpretazione dei sismogrammi le cosiddette strutture simulate, che traggono in inganno anche gli esperti ed espongono a molte delusioni.

Però si lavora alacremente da diversi scienziati e si giunge a risultati pratici apprezzabilissimi, specialmente quando il metodo sismico è affiancato da altri metodi che conducono alle stesse conclusioni, perchè particolari condizioni geologiche nascoste che possono passare inosservate con un metodo, è possibile che vengano risolte con un altro.

Questi metodi usati simultaneamente sono: misure col magnetismo terrestre, con la gravimetria, con la determinazione rigorosa della deviazione della verticale, con livellazioni di precisione, misure di correnti telluriche, ed anche metodi geotermici e radioattivi.

Questi strati e sperimentazioni sono applicabili anche alla speleologia e più d'un tentativo è stato fatto con ottimi risultati. C'è però l'ostacolo quasi insormontabile del costo; la speleologia è un hobby, già costoso per chi la pratica anche in maniera casuale, e non si può permettere spese di ricerca costose se non raramente e in condizioni eccezionali.

### III. Microsismi e Meteorologia.

Altro campo pratico in cui si manifesta l'utilità dei sismografi è lo studio dei microsismi in relazione con i fenomeni meteorologici ed a servizio della previsione del tempo specialmente dei cicloni e tifoni negli oceani.

Si chiamano microsismi tutti i piccoli movimenti del suolo rilevabili con i sismografi.

Essi sono venuti all'ordine del giorno ed hanno acquistato un notevole interesse anche pratico durante la 2:a guerra mondiale, per la possibilità di seguire attraverso la loro registrazione lo spostamento dei cicloni, condizione questa che grandemente interessava gli USA e l'Inghilterra, paesi circondati dagli oceani dove i cicloni arrivano molto spesso imprevedibilmente sulle regioni costiere, nonostante l'accurato servizio meteorologico di sorveglianza attualmente in funzione, oppure

si formano improvvisamente al largo con grande pericolo per la navigazione.

Per le stesse ragioni se pure in scala più ridotta, lo studio dei microsismi interessa anche l'Italia, per la sua posizione al centro del Mediterraneo dove la situazione metereologica si presenta spesso complicata e soggetta a rapide variazioni. A maggior ragione ciò possiamo dirlo per la nostra Isola.

Lo studio dei microsismi fu iniziato dal Bertelli nel 1869 ma per 70 anni rimase senza risultati decisivi, specialmente per mancanza di mezzi adeguati.

Ripreso da P. Macelwane S.J. nel 1938 per conto degli USA diede buoni risultati che ne preconizzavano l'uso per i cicloni dopo i tentativi di P. Gherzi S.J. nell'Osservatorio di Zichawhei, detto appunto l'Osservatorio dei Tifoni.

Fu così determinata la velocità di propagazione con una media di Km. 2,67 al secondo; il periodo da 3 a 9 secondi, la lunghezza d'onda di Km. 14,8 di media; l'ampiezza dipendente dalla intensità dei cicloni o tifoni; il periodo in dipendenza dalla distanza del centro ciclonico; il movimento ellittico delle particelle interessate da sottoporre al calcolo; le correlazioni mancanti con le variazioni di pressione vicine ecc.

Nel 1942 intrapresero questi studi con scopi pratici i Tedeschi che avevano interesse a conoscere le tempeste degli oceani per comunicarle ai sommergibili operanti lontano dalle basi, sia a scopo di protezione che a scopo di offesa. Fu incaricato il Ministero dell'aria di fare gli studi preparatori e questo istituì 4 centri a Gottinga, Stoccarda, Bruxelles, Bergen, ma senza grandi risultati specialmente quando morì l'organizzatore essendo stato il suo aereo inseguito e colpito dalla caccia inglese. L'organizzazione fu abbandonata perchè i Tedeschi incominciavano ad aver da pensare a guai maggiori.

Più fortunati ed enormemente meglio equipaggiati furono gli Americani che, presa l'idea, la svilupparono e la condussero a buon porto servendosi specialmente dell'organizzazione dei Gesuiti che, con centro nell'Università di Saint Louis avevano un servizio sismico che ancora oggi è il migliore del mondo.

Nel 1944 l'U.S. Navy impianta un servizio a triangolo a Guantanamo, Bay, Cuba con ottimi risultati per seguire i cicloni in mare.

Nel dicembre dello stesso anno altre due stazioni tripartite vengono impiantate a S. Juan, Portorico, Richmond. Nel 1945 e 1946 sorgono ancora altre stazioni, sempre col sistema tripartito, a Trinidad, Corpus Crhisti, nel mar Caraibico, a Swan Island, Antigua, Guam, Samar, Okinawa.

I risultati di servizio continuativo e gli studi pratici di questa organizzazione americana hanno portato ad una buona conoscenza dei microsismi.

Oggi il problema viene impostato così: distinguendo e studiando separatamente i microsismi di origine lontana (oltre 50 - 100 Km.), e quelli di origine locale.

*Quelli di origine lontana* sono dovuti sembra esclusivamente ai cicloni o ai fronti freddi ed occlusioni sul mare.

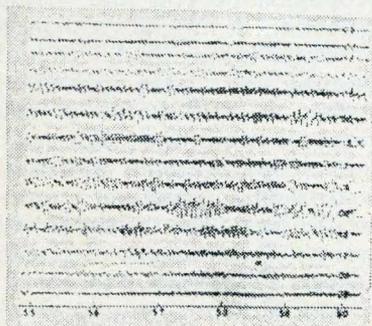
Si studiano ora ogni sei ore, si confrontano con i dati meteorologici, conosciuti largamente dalla ottima organizzazione mondiale dell'assistenza ai viaggi marittimi ed aerei, e si cerca:

- a) *le caratteristiche dei cicloni* e dei microsismi che li segnalano;
- b) *la natura fisica dei microsismi*;
- c) *le caratteristiche proprie dei microsismi* per le diverse regioni di provenienza.

Attualmente si è arrivati a queste conclusioni.

Si nota il fatto curioso che il periodo dei microsismi è in funzione della distanza misurata in terra, ma non in mare, come se la trasmissione in mare fosse completamente libera e non influenzata da alcun fattore di smorzamento.

La forma delle singole onde e gruppi di onde registrate appare legata da caratteristiche fisse alla località dove si sviluppa il ciclone.



**Registrazione di microsismi meteorologici.**

Si hanno così per le nostre stazioni forme determinate e caratteristiche secondo la provenienza ed il tragitto percorso, per i cicloni dell'alto e basso Adriatico, dello Jonio, del Tirreno, del Ligure, del golfo di Marsiglia, del Mediterraneo occidentale, dei mari a Sud della Sicilia, dell'Egeo, e poi del Baltico, mare del Nord, Atlantico vicino alle coste Europee, ecc. e si notano spiccate caratteristiche comuni al gruppo mediterraneo e al gruppo settentrionale, che sono per ora i più noti.

*I microsismi di origine locale* invece sono dovuti alle cause più svariate: *al vento* che fa oscillare il terreno urtando contro i vari ostacoli naturali o costruiti dall'uomo;

*alle onde del mare* che urtano le coste specialmente alte;

*ai temporali* che provocano pulsazioni di pressioni atmosferiche;

*agli scrosci di pioggia* o grandine di una certa violenza;

*al traffico* moderno nelle strade prossime alle stazioni sismiche;

*alle azioni* variamente vibratorie *di una zona industriale* ed altri fenomeni non ancora perfettamente individuati.

Si studia ora a raccogliere ampio materiale per una più proficua indagine e per poter utilizzare i microsismi per la *previsione del tempo a largo raggio* e con continuità.

Infatti se consideriamo oggi il servizio della previsione del tempo, che pure ha raggiunto una grande perfezione, vediamo che è basato su osservazioni discontinue nello spazio e nel tempo, su dati fram-

mentari di stazioni dislocate non sempre opportunamente, mentre spesso mancano dati di punti nevralgici per inaccessibilità o altre cause; e questi dati debbono venire elaborati in tempo di record da personale altamente specializzato nella Meteorologia dinamica.

Al contrario i dati dei microsismi forniscono una misura globale oggettiva, che è il risultato automaticamente elaborato della attività del centro di perturbazione in una zona molto estesa. E' quindi una sintesi di centinaia di osservazioni e che può quindi costituire un elemento di grande efficacia indicativa anche solo da una singola stazione di registrazione microsismica.

E' prevedibile dunque che, in un avvenire più o meno lontano, quando sapremo leggere del tutto nei sismogrammi delle nostre stazioni i geroglifici sintetici impressi dalle forze della natura, saremo in grado di conoscere meglio e più tempestivamente i fattori meteorologici che tanta importanza hanno nella attività umana, e poche Stazioni Microsismiche appositamente attrezzate sostituiranno la pesante e costosissima organizzazione e attrezzatura meteorologica necessaria oggi per gli usi pratici dell'agricoltura e specialmente dei traffici terrestri, marittimi ed aerei nazionali ed internazionali.

**P. Antonio Furreddu**

## NOTIZIE IN BREVE

### **Speleo Club Cagliari**

#### CORSO DI SPELEOLOGIA

*Dal 20 ottobre al 6 novembre avrà luogo, organizzato dallo Speleo Club di Cagliari, il IV.o Corso di Speleologia, che si articolerà in tredici lezioni teoriche, tre esercitazioni tecniche, e tre uscite in grotta. E' da rilevare rispetto ai corsi precedenti, la cura particolare riservata alla tecnica e alla pratica speleologica. Le iscrizioni si ricevono tutti i giorni feriali da lunedì 10 a martedì 18 dalle ore 19,30 alle ore 21,30 nella sede sociale in via Baylle, 32.*

#### SPELEOBIBLIOGRAFIA

*Nel n. 1 del Notiziario del 1977, per i «Documenti» della S.S.I. è comparso il lavoro del socio Sergio Puddu e del Dr. Luigi Boscolo relativo a: «Bibliografia speleofaunistica della Sardegna» (1972-1976). Il lavoro è stato sollecitato agli AA. dalla Unione Speleologica Internazionale.*

# Sardegna Archeologica

VII\*

## La civiltà Fenicio Punica

La Sardegna, per la sua posizione al centro del Mediterraneo e, quindi, sulla grande via dei commerci che univa la Fenicia ai suoi mercati di Spagna e delle bocche del Rodano, costituiva il naturale tramite e la logica base d'appoggio per le navi fenicie. Bisogna tener conto del modo di navigazione attuato dai marinai dell'epoca che, potendo usufruire di mezzi limitati e di non eccessiva resistenza al mare aperto, approdavano spessissimo, quasi quotidianamente.

Le coste della Sardegna, così adatte ad una simile utilizzazione, erano di conseguenza costellate da approdi che, a seconda della loro fortuna economica, si svilupparono fino a costituire una colonia vera e propria oppure rimasero allo stadio di semplici scali per poi essere abbandonati in favore di altri.

Sappiamo che i Fenici sceglievano i luoghi d'approdo secondo caratteristiche ben precise: una piccola isoletta in prossimità della riva (Mozia in Sicilia, Isola di Mal di Ventre in Sardegna); una penisola con possibilità d'approdo da ambedue i lati (Tharros - S. Giovanni di Sinis), uno stagno che, sfociando sul mare, costituisse un porto naturale (Karalis - S. Gilla). Questo criterio informatore ha permesso di ipotizzare, oltre che di confermare, una serie di approdi ancora non identificati e, per lo meno, non ancora sufficientemente scavati.

Allo stato attuale delle conoscenze, la presenza fenicio-punica in Sardegna è testimoniata nei tempi più antichi (IX-VIII sec. a. C.) nelle località di Karalis, Nora, Sulcis, Tharros e Bosa; a Nora ed a Bosa sono state rinvenute epigrafi risalenti a tale periodo, una delle quali, quella di Nora, è esposta al Museo Nazionale di Cagliari. I materiali mobili più antichi provengono dai «tephatim». Questi tipici luoghi sacri semitici sono presenti in ogni città fenicio-punica ed in genere sono localizzati fuori dalle mura della città stessa.

Si tratta di luoghi delimitati da un recinto, anche molto basso, simbolico, il cui terreno era sacro ed all'interno dei quali si teneva il sacrificio del Mol'k. Questo sacrificio comportava l'uccisione di un bambino scelto tra i primogeniti delle famiglie nobili che, ogni anno, veniva offerto alla Divinità. Una volta ucciso ritualmente, il corpicino era cremato e le ceneri raccolte in un'urna che, coperta ed interrata all'interno del Tophet, era sormontata, in molti casi, da una stele di pietra a ricordo del sacrificio compiuto.

L'uso dei Mol'k più tardi trasformato spesso in Mol'k'o mor, cioè

\* V. puntate precedenti: n. 17, p. 19; n. 18 p. 1; n. 69, p. 1; n. 20, p. 1; n. 21, p. 5; n. 22, p. 4.

sacrificio sostitutivo con un giovane animale al posto del fanciullo, era talmente insito nella natura semitica che, all'atto dello stanziamento definitivo, si stabiliva immediatamente il luogo destinato a tale santuario. «Tophet» non è il suo vero nome, ma quello datogli dagli studiosi convenzionalmente e derivante da una località nei pressi di Gerusalemme.

I primi scali fenici hanno la caratteristica di semplici approdi commerciali con la grande piazza che si affaccia sul porto e che costituirà sempre il cuore della città, ma quelli tra di essi che poterono espandersi e rinforzarsi, costituirono le teste di ponte per una graduale penetrazione semitica in Sardegna. Lungo le grandi direttrici naturali, infatti, i coloni si spingono da Karalis nel Campidano fino a Sardara dove si hanno testimonianze risalenti all'VIII sec. a. C.; da Sulcis verso l'Iglesiente ed addirittura sino al nuorese. Il Sulcis-Iglesiente vede infatti il sorgere, in questo periodo, di Pani-Loriga e Monte Sirai, località non molto distanti in linea d'aria ma, mentre l'una (M. Sirai) è sicuramente di fondazione sulcitana, l'altra (Pani-Loriga) è ancora incerta.

Questa penetrazione, nella sua prima fase, porta una serie di conseguenze derivanti dall'incontro delle due civiltà: la Protosarda e la Semitica; l'una tipicamente mediterranea, l'altra medio-orientale con numerosissimi influssi egizi e presemitici.

Le conseguenze di una tale situazione si rispecchiano sia in manifestazioni appariscenti di artigianato od architettura, sia, più profondamente, in tutta una serie di convinzioni e di riti che i due popoli si scambiano ed accettano reciprocamente determinando una vera e propria religione che, in ambito semitico, pur ricalcando i canoni originali se ne distacca e si uniforma ad un diverso clima culturale.

Senza dubbio i Fenici ebbero il merito fondamentale di aver introdotto in Sardegna sia la scrittura che l'ordinamento urbano. I Nuragici rielaborarono molti dei messaggi artistici dei coloni semiti e se ne vedono le conseguenze in esempi di architettura egittizzante (S. Vittoria di Serri e S. Anastasia di Sardara), in stele funerarie di tipo semitico (presso il Nuraghe Palmavera di Alghero), in un doppiere bronzo orientalizzante (N.S. di Tergu), in un'altra grande stele «a davanale» di tipo fenicio (tomba nuragica di Biristeddi a Dorgali).

L'espansione semitica in Sardegna ha già raggiunto risultati considerevoli nel VI sec. a. C. se nel 509 a. C. Roma stipula un patto con i Cartaginesi dal quale deriva l'assoluto monopolio dei cartaginesi stessi sui commerci per e con la Sardegna nei confronti dei Romani i quali dovevano sottostare per ogni negoziazione a funzionari punici.

Siamo quindi ormai giunti alla fase cartaginese, quando cioè la colonia fondata nel IX sec. a. C. sulle coste africane dai Fenici, avoca a sé le colonie già della madre patria e ne crea altre a sua volta.

La colonizzazione punica è decisamente più profonda di quella fenicia e nel III sec. a. C. si può pensare che, ad esclusione delle zone montane dell'interno, la Sardegna sia quasi completamente punicizzata.

L'introduzione così globale di questa civiltà non fu certo pacifica, nè i Protosardi erano popolazioni tali da accettare passivamente un'esclusione dal proprio territorio. Ne fanno fede le difese approntate

dai Nuragici alle loro fortezze e le lotte cui sono state fatte oggetto le truppe cartaginesi nelle campagne militari succedutesi per pacificare il territorio sardo. La stessa fortezza di Monte Sirai vede le propria sconfitta ad opera dei Nuragici.

I Cartaginesi avevano ormai operato in tutto il territorio isolano che era difeso da una serie di roccaforti dislocate lungo le vie di penetrazione a salvaguardare e garantire le colonie puniche con il relativo retroterra. Di queste fortezze si hanno numerosi esempi già scavati o individuati che costituiscono altrettanti punti-chiave per l'Iglesiente, la Marmilla, il Sarrabus ed, a Nord, sin alla Campeda dove si ha la grande fortezza punica del V sec. a. C. di S. Simeone di Bonorva.

La civiltà fenicio-punica in Sardegna assume caratteristiche particolari che la differenziano anche dalla stessa madre-patria, quindi una conoscenza del periodo deve essere attuata con l'esame delle singole colonie.

La situazione politica sarda rimane costante sino al conflitto Roma-Cartagine. In quell'occasione si vedono gli indigeni schierati a fianco di Cartagine sino a giungere all'estremo sacrificio di Cornus (215 a. C.) quando, sconfitti dai Romani, muoiono insieme i sardi Iosto ed Ampsicora ed il punico Asdrubale il Calvo.

La Sardegna fenicio-punica termina in quel momento, si dovranno attendere parecchi anni e lunghe lotte prima di giungere ad una Sardegna veramente, anche se mai completamente, unita sotto il dominio romano.

**Ughetta Martin Wedard**

## *NOTIZIARIO*

### **Gruppo Speleologico Pio XI - CAGLIARI**

#### **RICERCHE GEOIDROLOGICHE.**

Il nostro Gruppo ha terminato, proprio in questi giorni, uno studio delle acque utilizzabili nelle grotte carsiche della Sardegna, secondo le nostre attuali cognizioni delle cavità sarde.

In questo supplemento di ricerche sono state misurate le portate estive ed invernali delle falde idriche di 36 grotte; aggiunte alle 101 cavità già studiate precedentemente si hanno ora i dati di 137 grotte con acque interne utilizzabili, segnalate alla Commissione Regionale delle Acque.

Riassumendo i dati possiamo indicare i totali delle portate disponibili: portate medie estive, metri cubi 104.837.100; portate medie invernali, mc. 473.071.536; portate medie annue, mc. 286.504.560.

Contro un attuale utilizzo di 100.000.000 di mc. in massima parte provenienti da invasi esterni e quindi bisognosi di impianti di potabilizzazione.

## Genetica ed Evoluzione

Il celebre naturalista svedese Carlo Linneo (1707-1777) scriveva nella sua opera «Philosophia botanica» che le specie esistenti sono tante quante ne furono create in principio; creatore della nomenclatura binomia ancora in uso in sistematica, Linneo ritenne che il compito del naturalista fosse quello di classificare e descrivere tutte le specie, essenzialmente dal punto di vista morfologico-anatomico; secondo la sua idea infatti, essendo stata ogni specie creata separatamente dalle altre, ne differiva per certi caratteri che si mantenevano più o meno costanti per sempre; era concessa la possibilità di qualche piccola variazione e compito del naturalista era anche quello di scoprire questa variabilità ed inserire l'individuo variante nella specie di appartenenza, nel rispetto del principio della concezione creazionistica della fissità delle specie. Questo concetto linneo faceva parte delle dottrine filosofico-naturalistiche tradizionali già acquisite da molti secoli, pur con qualche eccezione.

E' infatti di J. B. De Lamarck (1744-1829) la prima organica idea evoluzionistica. Il suo pensiero è fondato sull'idea che esistano due tipi di pressioni evolutive e cioè dei fattori esterni casuali, ed una forma interna di reazione a questi fattori esterni; egli cioè aveva già l'idea vaga dell'esistenza di un patrimonio genetico ereditario che pensava potesse essere influenzato da fattori ambientali (eredità dei caratteri acquisiti); egli ad esempio pensava che se un uomo fosse diventato agile e muscoloso per una certa pratica sportiva, i suoi figli avrebbero potuto ereditare questi caratteri paterni acquisiti. Nonostante l'apparente ingenuità di questa teoria, con essa Lamarck rompe con la tradizione fissista ma soprattutto intuì l'esistenza di una costituzione genetica e capì che essa poteva essere in relazione con delle influenze esterne.

Le teorie evoluzionistiche furono rivalutate nella seconda metà dell'ottocento dall'inglese C. Darwin (1809-1882) che nel suo libro «On the origin of species by means of natural selection» espose quei concetti evoluzionistici che sono alla base delle teorie più recenti e che dettero un impulso enorme alle ricerche in varie discipline scientifiche ed umanistiche. Il nuovo concetto fondamentale introdotto da Darwin fu quello della selezione naturale cioè che il più forte, il più adatto sopravvive nella lotta per l'esistenza mentre soccombe il più debole; si attua in questo modo una continua scelta naturale del migliore o comunque del più adatto. Darwin però ancora non conosceva le mutazioni e per lui la selezione naturale agiva su piccole variazioni indi-

---

\* Istituto di Genetica «Carlo Jucci»; Università di Cagliari.  
Gruppo Speleologico Pio XI - Cagliari.

viduali (sports), fino a trasformare completamente ma molto lentamente una specie in un'altra.

Fu H. De Vries (1848-1935) a scoprire le mutazioni, cioè quelle modificazioni del patrimonio genico che, essendo ereditabili e determinando una consistente causa di differenziazione, nelle successive generazioni, erano chiaramente il substrato su cui agiva la selezione naturale.

Con gli studi successivi di vari genetisti e citologici, tra cui Th. H. Morgan (1866-1945), con la scoperta dei cromosomi e della localizzazione in essi dei geni, con la rivalutazione degli studi di Mendel, e soprattutto con gli studi dettagliati sul ciclo cellulare, sulla riproduzione sessuata e sulla ricombinazione genetica, si giunge alla cosiddetta teoria sintetica che in effetti rappresenta un'ipotesi pressochè completa, alla luce delle attuali conoscenze. Le scoperte degli ultimi decenni, in particolare quella di O.T. Avery (1877-1955) nel 1944 che il DNA è sede dell'informazione genetica, nel 1953 quella di J. D. Watson e F. N. H. Crick col modello di struttura del DNA, e la scoperta del codice genetico universale, hanno appoggiato a livello molecolare le più avanzate ipotesi genetiche.

Secondo la teoria sintetica l'unico fonte di variabilità sono le mutazioni naturali; queste mutazioni negli organismi a riproduzione sessuata sono soggette alla ricombinazione genica, cioè ad un rimescolamento tra patrimonio paterno e materno, nelle cellule della linea germinale, che dà luogo ad un grandissimo numero di combinazioni nelle generazioni successive; su queste combinazioni agisce la selezione naturale, scartando gli individui meno adatti.

La teoria dell'evoluzione rappresenta senz'altro la sintesi più completa e reale cui sono pervenuti gli studi biologici e genetici. Essa ha dato una spiegazione scientifica e razionale ai più importanti fenomeni biologici.

Il problema evolucionistico di fatto si identifica col problema del concetto di specie; questa, secondo la definizione del Mavr, è «un gruppo di popolazioni naturali, interfeconde, isolate riproduttivamente da altri gruppi simili». Le varie specie esistenti sono derivate da un unico o da pochi progenitori oppure sono state create o si sono formate «ab origine» tutte quelle che esistono?

Sperimentalmente è senz'altro dimostrata la possibilità di formazione di nuove specie (speciazione) secondo lo schema della teoria sintetica dell'evoluzione. Ma la macroevoluzione, quella cioè che interessa i grandi gruppi sistematici, tipi, classi, ordini e famiglie rientra in questo schema? E' possibile che il capostipite di una famiglia possa essersi formato, nel corso di migliaia di anni, da un'altra famiglia per un meccanismo di mutazione-selezione? Bisognerebbe noter ammettere la esistenza di mutazioni vitali di grande portata, delle quali non abbiamo esempi nella speciazione (microevoluzione).

Bisogna tenere presente infatti che il corso dell'evoluzione si è svolto in un intervallo di tempo tale che sfugge alla possibilità di una documentazione irrefutabile ed il problema della convergenza delle

ipotesi verso una teoria evuzionistica o verso una teoria fissista è quindi di fatto ancora problema che riguarda la filosofia della scienza più che la genetica; quest'ultima infatti, scienza assolutamente sperimentale, studia le differenze tra progenitori e discendenti, ed in particolare la variabilità dei caratteri somatici individuali, le leggi e le modalità della loro ereditarietà e le eventuali possibilità evuzionistiche di queste variazioni (speciazione), basandosi sempre però su una documentazione scientifica dei fenomeni.

Resta quindi di fatto pienamente aperto l'antico interrogativo sull'origine della vita e sulla nascita dell'uomo; la conoscenza scientifica infatti procede con una metodica meccanicistica estremamente lenta e limitata in relazione ai problemi che la «filosofia della natura» pone; resta sempre la speranza che l'uomo, come dice il Montalenti, affrancato dalla necessariamente lenta evoluzione biologica, sappia controllare ed indirizzare nel migliore dei modi la rapidissima evoluzione culturale, basata sulla possibilità di comunicazione e quindi di insegnamento, che, in tempi geologicamente brevissimi, l'hanno portato all'attuale grado di civiltà.

---

#### Bibliografia

- Darwin C.; On the origin of species by means of natural selection; traduzione italiana di Fratini L.; Ed. Boringhieri, Torino, 1967.
- De Lamarck J.B.; Philosophie zoologique; Paris, 1809.
- Dobzhansky Th.; The genetics of the evolutionary process; Columbia University Press, New York, 1970.
- Frizzi G.; Strutture cromosomiche salivari e loro contributo al problema evolutivo; Rend. Sem. Fac. Scienze, Univ. Cagliari, 31: fasc. I 2, 1961.
- Mayr E.; Animal species and evolution; Harvard Univ. Press, Cambridge, 1963.
- Mettler L.E., Gregg T.G.; Genetica di popolazioni ed evoluzione; Editore Zanichelli, Bologna, 1974.
- Montalenti G.; L'evoluzione; Ed. Einaudi, Torino, 1965.
- Stern C.; Principles of human genetics; Freeman, San Francisco, 1960.

**Emidio Cerioni**

## *NOTIZIARIO*

### **Centro Iglesiente Studi Speleo Archeologici**

#### MOSTRA DI SPELEOLOGIA

Il nostro Gruppo ha in preparazione per la seconda metà di ottobre una Mostra di Speleologia, che si terrà in un salone dell'Istituto Tecnico Industriale.

I Gruppi amici sono pregati di inviarci materiale da esporre.

## GROTTA I DI RIO TOLU

Catasto regionale	SA-CA 1378
Regione	Sardegna
Provincia	Cagliari
Comune	Armungia
Località	Su Fummu
Carta IGM	226 II NE
Latitudine	39° 29' 48''
Longitudine	3° 06' 24''
Quota	17 m. s.l.m.
Sviluppo	130 m
Rilevatori del	Ico Corda, Antonio Clemente, ecc.
Lucito di	Gruppo Spel. Pio XI Antonio Clemente

### Itinerario

Nella strada che porta a Villasalto, a 500 m. dal bivio di Armungia, sulla sinistra troviamo una stradetta per carbonai comodamente accessibile con automezzi: la carreggiata è priva di asfalto, scoscesa, con parecchie curve per circa 3 Km., e ci porta davanti ad un cancello di legno. Ancora poche centinaia di metri e la strada termina formando un piccolo piazzale dove si lasciano le macchine.

Si prosegue a piedi percorrendo un sentiero molto accidentato, in mezzo ad una fitta vegetazione di rovi e macchie mediterranee; si saltano diversi muretti di pietra e siepi e si prosegue a zig-zag verso il fondo valle.

Il panorama di queste meravigliose montagne si apre alla nostra vista come un'incanto: in fondo alla valle troviamo il fiume, il Rio Tolu, fresco ristoro per gli animali e per noi speleologi, dopo la lunga discesa.

Seguendo la corrente del fiume per circa 200 m. sulla nostra sinistra troviamo un costone di roccia, con vari anfratti dove, con un pò di buona volontà, si può indovinare l'ingresso della grotta.

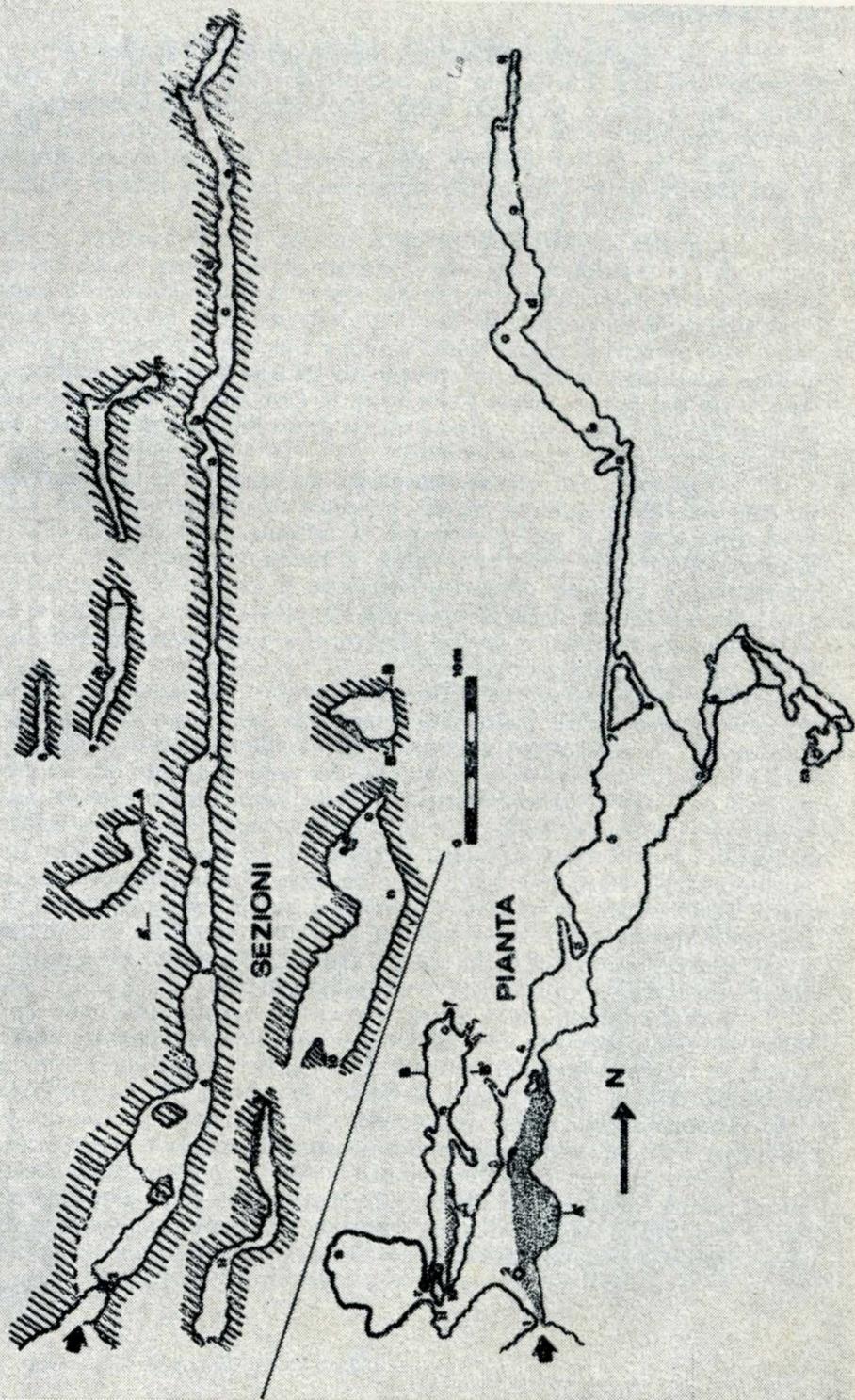
**Annalisa Mazzuzzi**

GROTTA I DI RIU TOLU SA/6A.1378

GRUPPO SPELEOLOGICO PIO XI

RIlievo del 19477

SCALA ORIGINALE 1:2000



## La Grotta.

La cavità che presentiamo è stata oggetto di esplorazioni e studi, effettuati dal GS. Pio XI in un complesso calcareo silurico della Sardegna sud-orientale, per uno scopo biologico che sarà oggetto di trattazione speciale.

Esso ha inoltre portato alla scoperta di numerose altre aperture sui fianchi della vallata che facilmente possono essere imboccature di altrettante cavità ipogee.

La grotta di Rio Tolu si apre in una parete rocciosa poco al di sopra del greto del fiume, che presenta delle colate calcitiche a cielo aperto, e che quasi sicuramente era unita da un consistente ponte roccioso all'opposto versante della vallata ove si trova, ad altezza corrispondente, una parete di roccia assai simile e ugualmente concrezionata. Tale unione costituiva quindi un complesso ipogeo più vasto dell'attuale attraversato dal fiume, simile a quello di S. Giovanni di Domusnovas, come è rilevabile dai numerosi e grossi massi di crollo nel greto del fiume e dalle concrezioni sulle pareti esterne.

L'ingresso alla cavità, nascosto da una folta vegetazione, dopo un breve salto di qualche metro, conduce in una piccola sala dalla quale si dipartono due gallerie in cui si notano tre diversi livelli: di essi risulta percorribile per intero solo il mediano, mentre il superiore è parzialmente crollato e quello inferiore è riempito da materiale trasportato dal fiume, data la presenza di ciottoli ben levigati e arrotondati oltre che da sassi e argilla, derivanti anche dal disfacimento di materiale interno della grotta.

Sulla sinistra rispetto all'entrata si apre un pertugio che conduce ad una saletta molto bassa con il soffitto molto eroso e in parte concrezionato. Il pavimento è coperto di argilla e sassi chiaramente provenienti dall'esterno; poco distante da tale pertugio si imbecca una galleria col soffitto parzialmente crollato, che mostra più in alto un breve cunicolo che sbuca nella sala di entrata seguendo l'andamento della galleria. In un livello più basso si trova un cunicolo riempito da detriti, argilla e sassi. Percorrendo il ramo in direzione nord perveniamo ad un'altra saletta dove, fra massi di crollo e argilla, si aprono tre cunicoli: uno sulla destra e due sulla sinistra. A destra, superata una imboccatura assai stretta, si entra in una saletta dal soffitto basso con scarse concrezioni, che termina in una breve e ripida galleria.

I due cunicoli sulla sinistra risultano essere una sola cavità, divisa da una parete di concrezioni, e comunicano tramite una stretta apertura. Mentre uno dei cunicoli si esaurisce dopo pochi metri, l'altro prosegue con la volta talmente bassa da rendere il percorso possibile solo strisciando, e sbuca, dopo circa dieci metri, in una serie di stretti passaggi e piccole cavità sempre ingombre di argilla e grossi massi.

In tutta la grotta abbondante la fauna: pipistrelli, mosche e zanzare, piccoli crostacei e chilopodi. Naturalmente è presente anche la flora con muffe, alghe, licheni, briofite, che saranno studiate dalla nostra équipe specializzata in questo settore.

Ico Carta

## GROTTA DEL SERBATOIO

### Dati catastali:

Nome della cavità	<i>Grotta del Serbatoio</i>
Catasto Sardo	SA/CA 659
Provincia	<i>Cagliari</i>
Comune	<i>Iglesias</i>
Località	<i>Seddas de Daga</i>
Cartina I.G.M.	<i>233 IV NW - Iglesias</i>
Latitudine	<i>39° 19' 03",30</i>
Longitudine	<i>03° 53' 07"</i>
Quota	<i>200 m. s.l.m.</i>
Lunghezza ramo principale	<i>35 m.</i>
Sviluppo spaziale	<i>53,40 m.</i>
Sviluppo planimetrico	<i>42,80 m.</i>
Profondità massima	<i>18 m.</i>
Rilevata il	<i>9 gennaio 1977</i>
Da	<i>A. Simbola, M. Simola, G. Loi e L. Cuccu</i>
Del	<i>Centro Iglesiente di Studi Speleo-Archeologici</i>
Lucido di	<i>A. Simbola</i>

### Descrizione interna.

La grotta si apre in calcare dolomitico ad una quota di 200 m. s.l.m., ed è impostata in una diaclasi che presenta la direzione N-S.

L'ingresso è posto in una piccola dolina, e si presenta con una sezione circolare delle dimensioni di 50 cm. di diametro.

La cavità ha inizio con un salto di 5 m. e prosegue con un piano inclinato che termina in una sala di modeste dimensioni.

Alla base del pozzetto sono presenti dei massi di frana, mentre tutto lo scivolo è composto da depositi pelitici; su di esso è visibile anche una radice che percorre la grotta fino al punto 5 del r.t.s.

Il pavimento della sala è costituito prevalentemente da materiali clastici.

Da questa stanza è possibile notare abbastanza bene l'impostazione della diaclasi, che risulta inclinata di circa 45° rispetto all'asse verticale.

Dalla volta scendono delle concrezioni e panneggiamento; alcune ancora intatte ed altre distrutte invece da mani vandaliche.

Nella parte terminale della diaclasi (p. 7-8 del r.t.s.) è presente una saletta con alcune colate calcaree; in questo punto la grotta è ancora attiva, al contrario della parte iniziale della cavità, che è in via di fossilizzazione.

Inoltrandosi nella diramazione di destra, si arriva a due concaezioni, la seconda delle quali comunica, tramite una strettoia, col ramo di sinistra: in questo secondo ambiente le pareti e la volta sono costituite da breccie ossifere e conglomerati, e sono visibili inoltre delle piccole eccentriche.

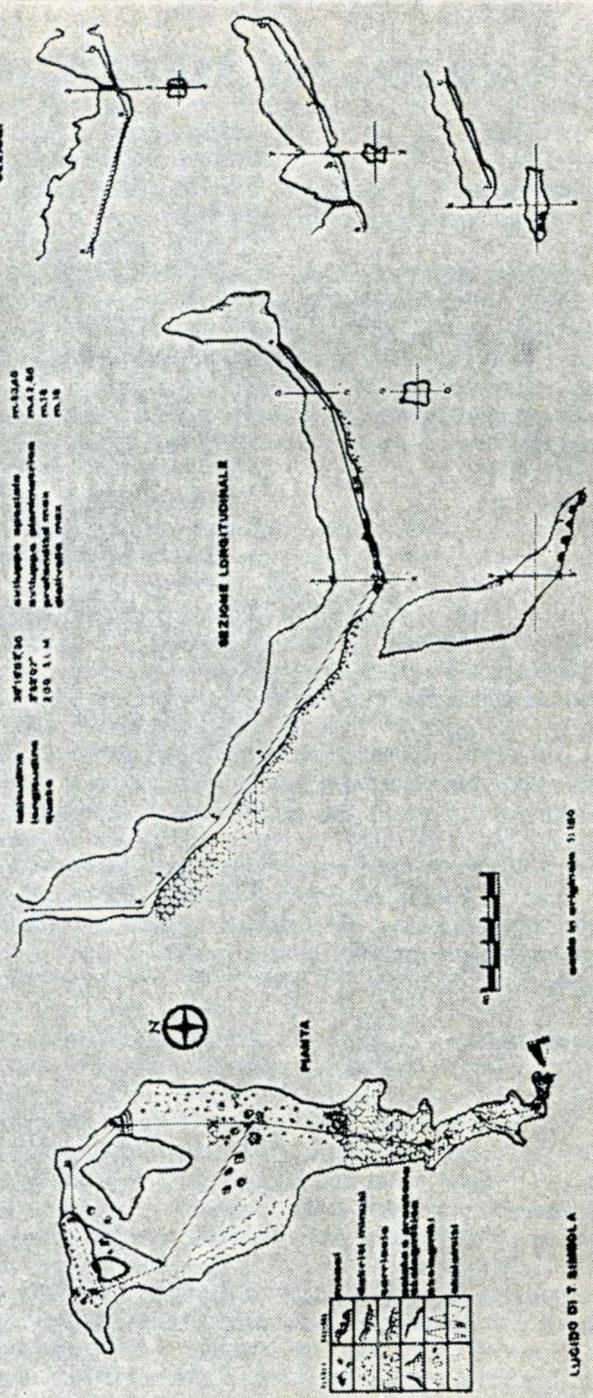
\* Centro Iglesiente di Studi Speleo-Archeologici.

# -GROTTA DEL SERBATOIO-

SEDOS DE DAGA IGLESIAS SA CA 111 (S.M. 221 IV N.W. IGLESIAS

ELEVAMENTO TOPOGRAFICO STRUMENTALE SEGUITO CON BUSSOLA BAUNTON AD ICLIMETRO INCORPORATO

DA L. CUCCU, G.LGI, M SIMOLA E T. SIMOLA DEL C.I.S.R.A. IL 31.12.1977



altitudine massima  
 2015,50 m  
 altitudine minima  
 1000,00 m  
 sviluppo orizzontale  
 1000,00 m  
 sviluppo verticale  
 1015,50 m

Simbolo	Descrizione
[Symbol]	Entrata
[Symbol]	Passaggio obbligato
[Symbol]	Passaggio libero
[Symbol]	Passaggio a 45°
[Symbol]	Passaggio a 90°
[Symbol]	Passaggio a 135°
[Symbol]	Passaggio a 180°

Scala in originale 1:150

LUCIDO DI T. SIMOLA

## NOTIZIARIO

### Gruppo Grotte Fluminese

#### Nuovo Direttivo

*Presidente:* Diana Giuseppe. *Segretario:* Sanna Ubaldo. *Cassiere:* Figus Giorgio. *Consiglieri:* Sanna Italo. Puxeddu Carlo, Piras Maria Luisa, Atzori Giuseppe.

#### Mostra Speleo-Paleo-Mineralogica.

Nel mese di agosto è stata organizzata dal G.G.F. assieme ai collezionisti di Fluminimaggiore, una mostra di Speleologia, Paleontologia e Mineralogia che ha suscitato vasti consensi.

Notevole la sezione paleontologica dove figuravano fossili dell'Ordoviciano (Cordiale interrupta, Orthoceras, Graptolites monograptus, Ortis, Brioxai, ecc.) ed una ricca serie di Trilobiti, Ammoniti, Pesci, Echinodermi di cui la zona è particolarmente fornita comprendendo buoni lembi di Paleozoico.

**Ubaldo Sanna**

### Club Alpino Italiano Sezione di Cagliari

*Nel quadro della Campagna Internazionale «Montagna Pulita» rilanciata quest'anno dal CAI in collaborazione con l'Unione Internazionale Associazioni Alpinistiche, la locale Sezione ha organizzato una Mostra sulla Montagna Sarda, che si terrà dal 20 al 27 ottobre nei locali del Convitto Nazionale in Via Manno, e la seconda edizione della popolare «Pascillara de Maidopis» che si svolgerà il 1.º novembre nella zona dei Sette Fratelli.*

*Le iscrizioni alla marcia sono aperte fino al 25 ottobre nei locali di Via Principe Amedeo 25 e nei giorni di apertura, presso la Mostra, dalle 18,30 alle 21,30.*

## "LA SCINTILLA..

**del Rag. ARIONDO BACCOLI**

**Via Garibaldi, 14 - CAGLIARI - tf. 52841**

Apparecchi Radio - Televisori - Lampadari - Officina Specializzata  
Riparazioni Radio Televisori - Materassi a molle - Tutti gli  
elettrodomestici delle migliori marche.



SOC. POLIGRAFICA SARDA