



La Glomar Challenger, la prima nave progettata per eseguire carotaggi profondi nei fondali oceanici.



La Joides Resolution, lunga circa 143 metri e larga circa 21 metri, può operare in tutte le condizioni e usa sistemi satellitari per mantenersi in posizione esatta sui siti da esplorare. Contiene dieci laboratori organizzati su sette piani.

## LE RICERCHE OCEANOGRAFICHE E LA TETTONICA DELLE PLACCHE

*Nel 1952, in California, si costituisce l'AMSOC (American Miscellaneous Society), i cui membri (tra essi Walter Munk e Harry Hess intendevano studiare i fondali oceanici utilizzando le tecniche di esplorazione sottomarina e i metodi di perforazione profonda sviluppati dalle ricerche petrolifere. Le prime ricerche vennero compiute con la nave CUSS I nel 1957 e dimostrarono l'esistenza di dorsali sottomarine in tutti gli oceani.*

*Nel 1961 gli scienziati cominciarono a ipotizzare che i fondali oceanici si fossero formati per emissione di basalto dalle dorsali. In questo periodo, con la partecipazione di altre quattro università si costituisce il JOIDES (Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling) che nel 1966 dà inizio alla fase I del DSDP (Deep Sea Drilling Project).*

*Il 2 marzo 1967 viene varata la Glomar Challenger (di proprietà della compagnia di navigazione texana Global Marine), una nave progettata appositamente per gli studi geologici dei fondali oceanici utilizzando il metodo del carotaggio profondo. La prima spedizione, partita l'11 agosto 1968, raccolse campioni intorno alla dorsale medio-atlantica tra il Sud America e l'Africa; i paleontologi determinarono l'età dei campioni e confermarono l'ipotesi vulcanica della formazione dei fondali. Harry H. Hess e Robert Dietz, lo scienziato che per primo coniò il termine «espansione dei fondali oceanici», capirono che la formazione continua di nuova crosta implica la sua distruzione: se l'oceano Atlantico si espande, il Pacifico dovrebbe ridursi. Gli studi sismici sulla distribuzione globale dei terremoti permisero l'identificazione delle zone di Wadati-Benjoff in cui avviene la subduzione prevista da Hess.*

*Dal marzo 1970 all'11 agosto 1972 (Fase II) la Glomar Challenger esplorò gli oceani Atlantico, Pacifico e Indiano, ma anche il Mediterraneo e il mar Rosso documentando la deriva dei continenti e la formazione continua del fondale oceanico. Negli anni Settanta, con il coinvolgimento di molte nazioni, ha inizio la fase internazionale del progetto (IPOD). Nel 1981 si tiene il primo congresso internazionale sulla ricerca oceanografica identificando importanti progetti a lungo termine. Dal gennaio 1985 una nuova nave, chiamata Joides Resolution, ha sostituito la Glomar Challenger. Il nome ricordava quello della HMS (Her Majesty Ship) Resolution, il veliero inglese del capitano Cook che nel XVIII secolo aveva girato gli oceani studiando per la prima volta i fondali oceanici.*

# ESPLORARE IL PIANETA PER RICOSTRUIRNE LA STORIA

INTERVISTA A ALFONSO BOSELLINI\*

a cura di Mariano Zen

*Una appassionata documentazione di come la storia personale di uno scienziato si intreccia con lo sviluppo storico della scienza. In un campo, quello della geologia, che ha come oggetto di studio proprio la struttura della terra e le sue trasformazioni in uno spettro temporale che va dalle epoche più remote al prossimo futuro. In una prospettiva problematica e in un orizzonte che cerca di dare senso alla ricerca.*

Scienziato di fama internazionale, ricercatore appassionato e testimone entusiasta del suo lavoro, Alfonso Bosellini ha vissuto da protagonista i momenti più significativi della ricerca geologica degli ultimi trent'anni.

Giovanissimo, ha partecipato a diverse spedizioni della Glomar Challenger; in seguito ha viaggiato in tutto il mondo compiendo osservazioni e raccogliendo dati. Le sue ricerche gli hanno procurato numerosi riconoscimenti nel campo della sedimentologia e costituiscono il fondamento della sua attività divulgativa sia come docente che come autore di testi scolastici e di saggi. Il racconto entusiasmante del suo itinerario scientifico è il punto di partenza per affrontare alcuni nodi fondamentali della ricerca geologica attuale e del suo significato nella società e nel mondo della scuola.

***emmeciquadro.* Per comprendere la dimensione storica della conoscenza scientifica, ci potrebbe far ripercorrere le tappe principali che hanno portato alla formulazione della teoria della tettonica delle placche?**

Per rispondere a questa domanda bisognerebbe tenere un corso di geologia. Perché già nel Settecento Hutton, per la prima volta, aveva riconosciuto le discordanze angolari esistenti tra i vari gruppi di rocce e aveva capito che i processi di trasformazione della terra avvengono in tempi di milioni di anni. Ma partiamo dalla deriva dei continenti, ipotesi formulata nei primi decenni di questo secolo e propugnata essenzialmente dal famoso geofisico tedesco Alfredo Wegener (1880-1930) che si impegnò a documentarla per gran parte della sua vita e



\*A. Bosellini è Ordinario di Geologia all'Università di Ferrara e presidente della Associazione Internazionale di Sedimentologia.

Tra le sue pubblicazioni:

*Geologia delle Dolomiti*, 1996;

*Tettonica delle placche e geologia*, 1978;

*Le scienze della terra*, Bovolenta, 1984 e 1998;

*Mediterranean Plate Tectonics and Triassic Palaeogeography*,

"Nature" v. 249, n. 5412, 1973, 144-146, (con K.J.Hsu);

*The Continental Margins of Somalia: Structural Evolution and Sequence Stratigraphy*, AAPG Memoir 53, 1992, 186 - 205.

morì a cinquant'anni, mentre eseguiva misure geodetiche in Groenlandia. I geofisici dell'epoca lo deridevano e, dopo la sua morte, la sua idea fu discussa per decenni e infine rifiutata come eccentrica e improbabile. Ricordo che nel 1957, quando ero studente di geologia all'Università di Padova, mi ero permesso di fare una domanda sulla deriva dei continenti ed ero stato zittito. Poi, improvvisamente, con lo sviluppo delle ricerche oceanografiche e delle misurazioni geodetiche avvenute agli inizi degli anni Sessanta, è stata avanzata la teoria della tettonica delle placche che dà una spiegazione unitaria, in maniera logica e coerente, di tutti i fenomeni che si osservano sulla terra. La teoria venne formulata compiutamente in tempi molto rapidi, tra il 1959 e il 1967, provocando nella geologia una rivoluzione paragonabile a quella provocata in biologia dalle teorie di Darwin. Negli ultimi trent'anni di studi, le navi per le ricerche hanno esplorato tutti gli oceani, hanno compiuto carotaggi in tutte le parti del mondo e hanno documentato al 90% la tettonica delle placche. Le situazioni di grandi aree come l'oceano Indiano o il Pacifico sono state abbastanza semplici da capire, mentre lo studio dell'Italia e del Mediterraneo ha posto diversi problemi.

Dopo trent'anni dalla sua prima esposizione, i punti ancora oscuri riguardano soprattutto i fenomeni profondi, i moti convettivi che avvengono nel mantello e trascinano i continenti.

**Lei ha partecipato attivamente alle prime ricerche oceanografiche. Come la sua attività di ricercatore l'ha portata a contatto con i protagonisti di quella vicenda?**

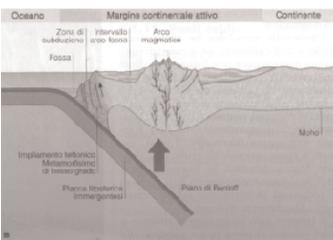
Sono un geologo, studio le rocce sedimentarie e nella mia vita mi sono dedicato in particolare allo studio delle rocce carbonatiche (calcari e dolomie) che si formano in mare. Ho iniziato la mia attività di ricercatore a Ferrara, dove il professor Leonardi e i suoi assistenti studiavano le Dolomiti e l'ambiente marino in cui esse hanno avuto origine. Ho intuito che dovevo conoscere meglio il mare; nel 1968 ho vinto una borsa NATO e sono andato per due anni alla Johns Hopkins University per studiare direttamente come si formano le scogliere coralline delle Bahamas. Quando sono tornato, ho capito che non bastava studiare i carbonati di acqua bassa, ma dovevo conoscere anche quelli profondi. Nel 1974 ho vinto un'altra borsa NATO e sono stato in California, allo Scripps Institution of Oceanography, il più grande istituto per la ricerca oceanografica del mondo: per



Ricostruzione della posizione dei continenti secondo l'ipotesi di Wegener, due milioni di anni fa



Rappresentazione del movimento delle placche



Sezione geologica attraverso un sistema arco-fossa situato su un margine continentale

un anno ho lavorato su una nave che faceva i carotaggi profondi vivendo l'avventura oceanografica abbastanza a fondo.

**Qual è stato il suo ruolo durante le crociere della Glomar Challenger cui ha partecipato? Come lavora un gruppo di ricerca così specifico?**

Sono stato sulla Glomar Challenger due volte, o meglio ho partecipato a due crociere, tecnicamente chiamate *Leg*, ognuna delle quali dura due mesi: ho percorso tutto il Pacifico da Honolulu a Pago Pago nelle isole Samoa, nel 1974, studiando le aree degli atolli; poi a Madeira per perforare i margini continentali africani, di fronte al Marocco e al Sahara occidentale, nel 1976. In una di queste crociere il *Chief Scientist* della spedizione, che mi aveva voluto sulla nave, era il professore con cui avevo lavorato in California.

Io ero uno dei sedimentologi, insieme all'austriaco Shlager, uno dei più importanti studiosi di carbonati del mondo e a una signorina francese. Si lavora giorno e notte, a turni di quattro ore. Il capo della spedizione tiene le fila di tutto il lavoro e ognuno contribuisce a compiere analisi e misurazioni secondo la sua specializzazione. La ricerca oceanografica è finanziata da

un consorzio mondiale, quindi l'ambiente è molto eterogeneo sia rispetto alla nazionalità che alla specializzazione. Ma il lavoro di gruppo è solo il punto di partenza, poi ognuno studia i campioni che gli vengono assegnati e le collaborazioni scientifiche si realizzano attraverso contatti successivi.

**La sua ricerca oceanografica non si è interrotta ...**

Infatti, nel 1990, mentre stavo studiando le Dolomiti, ho voluto andare a vedere come sono fatte le scarpate profonde delle scogliere: per quindici giorni, insieme ad altri quattro ricercatori, sono andato alle Bahamas con una nave e un piccolo sommergibile. A turno ci siamo immersi fino a mille metri di profondità: il desiderio di avere dei dati di prima mano, di poter fare dei confronti a ragion veduta mi ha permesso di superare anche la paura che avevo. In sintesi, ho viaggiato nei mari e ho lavorato in questo modo perché avevo bisogno di studiare le rocce carbonatiche. Tutte le esperienze sono state positive, ma quella che mi ha entusiasmato di più è stata quest'ultima che ha anche significato molto dal punto di vista scientifico perché credo che pochi, tra gli scienziati esperti di carbonati, siano andati a studiare a quella profondità.

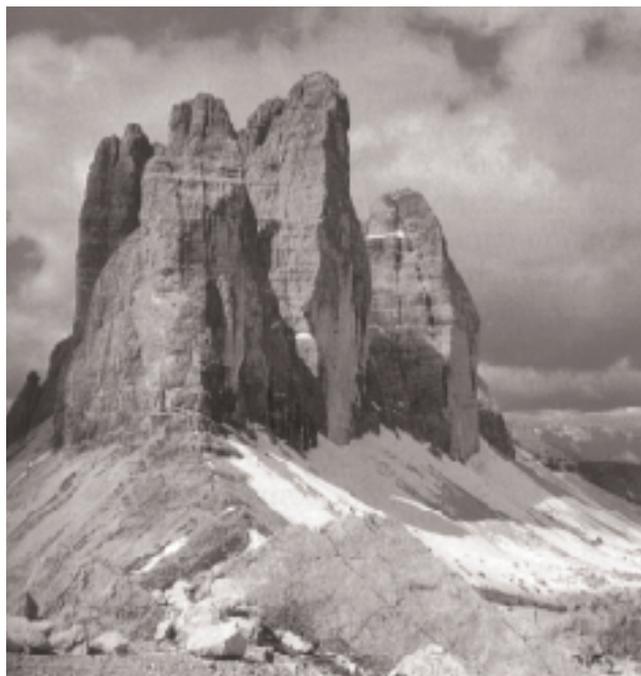


Statistiche dei lavori compiuti dalla Glomar Challenger tra l'11 agosto 1968 e l'11 novembre 1983

Distanza totale penetrata	
325 548 m	
Carote immagazzinate	
97 056 m	
Siti esplorati	624
Penetrazione massima:	
sotto il fondale	1 741 m
nella crosta basaltica	1080 m
nell'acqua	7 044 m
Distanza totale percorsa	
375 632 miglia marine	
(più di 600 000 km)	

### **Lei dà molto importanza in campo scientifico al poter vedere ...**

In geologia sì. Potremmo dire che il geologo più bravo è quello che vede di più, quello che ha gli occhi più aperti. Per gli scienziati della terra è importantissimo vedere per rendersi conto delle dimensioni dei fenomeni, per ricostruirne la storia: per esempio, non si possono studiare le rocce vulcaniche col microscopio senza aver mai visto un vulcano. Per ricostruire la storia delle rocce bisogna andare a vedere come sono oggi; per capire il passato occorre vedere il presente. Chi studia le rocce di un fiume deve sapere come è fatto un fiume: non a caso le grandi



Dolomiti Ampezzane

scoperte della sedimentologia delle rocce fluviali del passato sono avvenute perché gli ingegneri della Louisiana e del Texas hanno cominciato a studiare il Mississippi e i suoi meandri. Soprattutto il geologo che studia le rocce sedimentarie, sia terrestri che marine, non può rinunciare a vedere. E il fascino della ricerca è enorme; per questo ho lavorato con entusiasmo in tutte le parti del mondo.

### **Lei è autore di numerosissime pubblicazioni scientifiche e di diversi testi, sia scolastici che non. Come la sua esperienza di ricercatore è rifluita in quella di docente e di autore?**

Non è facile: quando parlo dei terremoti, di quello che succede sulla Terra, trasmetto le mie conoscenze, ma soprattutto cerco di comunicare il mio entusiasmo e di parlare in modo da farmi capire dall'interlocutore, riducendo al massimo l'uso di termini specialistici. Ho scritto libri e faccio il professore con passione perché mi sembra di essere in grado di trasmettere l'entusiasmo per il mio lavoro e per l'oggetto dei miei studi. Ma non credo che ci sia necessariamente un legame tra l'abilità nel fare ricerca e la capacità di insegnare. Credo che un cattivo ricercatore non possa essere un bravo insegnante, ma non è detto che un bravo ricercatore sia anche un bravo insegnante.

**Nella prefazione al suo libro *Tettonica delle placche e geologia* sostiene che, accanto alle molte conferme sperimentali, una delle ragioni del successo di quella teoria è la sua eleganza e semplicità. In che senso si può parlare così di una teoria scientifica?**

Si è portati a pensare che la scienza sia qualcosa di oggettivo, che dobbiamo solo scoprire. Da giovane pensavo che la parte più importante di una pubblicazione scientifica fossero i dati presentati e le conclusioni. Invece, l'esperienza compiuta in America mi ha insegnato l'importanza del titolo, che deve essere formulato in modo da suscitare interesse, mi ha insegnato a presentare un lavoro in maniera semplice, perché venga accettato più facilmente. Ma il problema è molto complesso: soprattutto nel nostro campo, la scienza non è solo numeri e dati puri, ma implica concetti filosofici. Alla recente conferenza mondiale di sedimentologia di Alicante ho concluso il mio intervento con una foto delle Dolomiti, accanto a cui è riportata una frase di Leopardi, «Nulla si sa, tutto si immagina», per significare la distanza tra i fenomeni che osserviamo e le teorie che elaboriamo. Tutto quello che presentiamo nella scienza è un modello della realtà; è chiaro che

serve per spiegare la realtà, ma non è detto che sia l'unico modello possibile. Gli scienziati che lavorano nel campo subatomico 'vedono' nel mondo infinitamente piccolo, gli astronomi vedono l'infinitamente grande e hanno documentato l'immensità dello spazio. Invece la geologia ha documentato l'immensità del tempo.

**Le scienze della terra si trovano al crocevia di molte altre discipline: matematica, chimica, fisica, biologia. Come da tanti apporti diversi si può giungere a una conoscenza di tipo sintetico?**

Lo scopo essenziale delle scienze della terra, in particolare per lo studio della litosfera e dell'idrosfera, è quello di indagare il sistema terra, per scoprire come si è formata, come si è evoluta, come si sta comportando e come si comporterà. Per questo abbiamo bisogno di un *background* scientifico di conoscenze; utilizziamo diverse discipline per cercare di capire meglio i problemi inerenti la terra. Nessun altro gruppo di scienziati ha necessità di uno spettro così ampio di conoscenze. Questo riguarda la ricerca, ma all'università non formiamo degli scienziati, ma dei geologi professionisti, che devono saper affrontare i problemi che si incontrano tutti i giorni: sistemare le strade, i ponti, le gal-



lerie eccetera. Per questo dobbiamo dare un quadro di base, fondato sui cardini della matematica, della chimica, della fisica e della biologia.

**Lo specifico della geologia è lo studio del pianeta terra nel suo insieme. In questo senso è un'attività scientifica un po' lontana dal paradigma della fisica classica, fondata sulla riproducibilità in laboratorio del fenomeno studiato.**

Per quanto riguarda il metodo, la geologia non è una scienza esatta. È difficile imbrigliare il pianeta terra e il suo comportamento in un modello matematico o fisico: ci sono troppe variabili. Non credo neppure che sia prevedibile quello che succederà fra ottanta anni perché la terra risponde in tante maniere. L'aspetto che mi fa amare la mia materia è proprio che essa è in gran parte osservazione e non è solo rigidamente costretta nelle maglie dei dati fisici e chimici. Ma c'è anche un aspetto problematico legato al fatto che l'esperimento non è ripetibile: se un ricercatore sostiene di aver fatto una scoperta in una valle sperduta nel Canada, il mondo scientifico può solo credergli. Bisogna essere molto onesti, a maggior ragione perché le nostre scienze si basano sui dati.

**Quali sono oggi le linee di ricerca più avanzate e le prospettive di sviluppo della geologia?**

I punti di ricerca più avanzati sono difficili da spiegare e sono molto tecnici.

Comunque i geofisici stanno discutendo molto sulle correnti convettive, per capire fino a che profondità arrivano, se sono doppie, triple, o se arrivano fino al nucleo del pianeta.

Oggi la geologia si sta sempre più orientando verso l'ambiente sia perché i fondi per la ricerca pura stanno sempre più diminuendo, sia perché oggettivamente è importante dal punto di vista sociale.

L'Italia è una terra giovane e molto instabile, perciò occorre mettere le nostre conoscenze a disposizione dell'ambiente: i terremoti, l'erosione, la subsidenza sono problemi che la geologia può contribuire a risolvere e per studiare i quali si possono trovare fondi.

Invece ancora adesso la professione del geologo è lontanissima dalla mentalità italiana in cui prevale una cultura umanistica: molte persone non hanno la minima idea del tempo geologico, dell'età della terra e dell'uomo ed è ancora molto scarsa la sensibilità nei confronti dei problemi del territorio.

v



Un fiume di fango ha sventrato le case di Sarno (Salerno) il 5 maggio 1998