

LA SPEDIZIONE OCEANOGRAFICA DELL'«ALBATROSS», INTORNO AL MONDO

Una ripresa nelle spedizioni oceanografiche si è avuta pochi anni dopo la fine della seconda guerra mondiale. E tra le spedizioni, la più importante, per la lunghezza dell'itinerario compiuto e per i risultati scientifici conseguiti, è stata senza dubbio quella svedese dell'«Albatross», organizzata e portata felicemente a termine sotto la guida sicura di un noto scienziato, il Prof. Hans Pettersson, allora direttore dell'*Oceanografiska Institutet* di Göteborg.

L'impresa fu *completamente finanziata da privati*, senza alcun intervento da parte del governo svedese: il Magg. H. Jacobsson, presidente della Società Armatori Broström, insieme con la consorte, nata Broström, offrì mezzo milione di corone svedesi (circa 60 milioni di lire italiane) e inoltre indusse la Società Broström a concedere in prestito per quindici mesi il grande motoveliero «Albatross», di recente costruzione e dotato di motori Diesel di 600 HP; il Sig. G. Werner, un magnate del commercio e delle industrie tessili, diede un milione di corone svedesi; il Sig. A. Johnsson di Stoccolma fece compiere a sue spese il costosissimo adattamento dell'«Albatross» alle esigenze della spedizione.

Ideata dunque in Svezia, finanziata da Svedesi, effettuata con una nave svedese, la spedizione dell'«Albatross» durante le sue lunghe ricerche, come meglio si dirà in seguito, ha impiegato, specialmente per quel che riguarda il prelevamento di campioni di fondo e la determinazione dello spessore della coltre sedimentaria, una nuova tecnica elaborata da studiosi svedesi.

Durante i quindici mesi che la spedizione è durata (dal 4 luglio 1947 al 3 ottobre 1948), *nessuna vita umana è andata perduta*: altro motivo di giusto orgoglio per gli avveduti organizzatori.

Mentre si stanno pubblicando i copiosi risultati scientifici della spedizione, in una serie di memorie e articoli contenuti in periodici svedesi e stranieri (poiché il materiale raccolto è stato affidato in parte a specialisti di altri paesi), le vicende della grande spedizione sono state narrate da colui che l'ha ideata e diretta, H. Pettersson, nel volume *Westward Ho with the «Albatross»*, del quale una Casa editrice di Milano ha pubblicato di

recente, in bella veste, la traduzione italiana (*Con l'Albatross intorno al mondo*, Milano, Baldini e Castoldi, 1956) (1).

Poiché scopo principale della crociera era quello di prelevare carote in mare profondo, e l'apparecchio impiegato a tale scopo, il pesantissimo carotatore a pistone di Kullenberg, rappresentava per l'argano elettrico che lo azionava un carico che non doveva superare le 10 tonnellate, e poiché d'altro canto la crociera stessa non poteva durare più di quindici mesi, si dovevano evitare le acque tempestose, che avrebbero limitato fortemente la possibilità del prelevamento delle carote e ritardato la marcia della nave (coi motori l'« Albatross » può raggiungere una velocità di 8-9 nodi), e si doveva percorrere invece un itinerario il più possibile entro la zona delle calme equatoriali: come fu fatto.

Altro obiettivo fondamentale della spedizione era, come ho già accennato, quello di misurare lo spessore dei sedimenti mediante il metodo del Prof. W. Weibull. Si dovevano studiare inoltre la temperatura e la salinità dell'acqua dalla superficie al fondo, il suo contenuto in ossigeno e in sali nutritivi, le correnti equatoriali, la penetrabilità dei raggi solari, ecc.

L'« Albatross », convertita in un laboratorio galleggiante, salpò da Göteborg il 4 luglio 1947 e attraverso lo Skagerak, il Mare del Nord e la Manica giunse nel Golfo di Biscaglia, dove furono iniziate le operazioni di prelievo di carote e di determinazione dello spessore della coltre sedimentaria. Ma il carotatore (2) s'imbatté in un fondale roccioso e diede un risultato praticamente nullo. Il Prof. Weibull, che partecipò alla spedizione solo durante la prima traversata dell'Atlantico, fece esplodere una delle sue cariche d'alto mare a 2700 m di profondità e determinò che lo spessore dei sedimenti in quel punto non doveva superare i 20-25 m (3).

L'« Albatross » fece scalo a Leixões (Porto), in Portogallo,

(1) Tale traduzione, purtroppo, lascia un po' a desiderare, per l'evidente scarsa preparazione naturalistica di chi l'ha eseguita.

(2) Del carotatore a pistone di Kullenberg ho dato una descrizione sommaria, accompagnata da un disegno schematico, nel mio articolo *Recenti progressi nella conoscenza dei fondi marini*, in questo « Bollettino », 1956, pp. 217-234. Esso è costruito in base a un principio del tutto differente da quello dei precedenti carotatori a vuoto, uno dei quali ideato da H. Pettersson e, indipendentemente, da M. Knudsen, e un altro dallo stesso Kullenberg.

(3) Il metodo ideato dal Prof. Weibull per misurare lo spessore del tappeto sedimentario del fondo marino, metodo detto « a riflessione », è semplice e rapido, e si basa sulla registrazione degli echi determinati da cariche esplodenti in profondità, preferibilmente a non grande distanza dal fondo. Una forte eco è riflessa dalla superficie superiore del sedimento, e successivamente un'eco più debole è riflessa dalla superficie inferiore, a contatto con la roccia in posto, dopo che l'onda sonora ha attraversato due volte la coltre sedimentaria (con velocità, naturalmente, superiore a quella con la quale il suono si propaga nell'acqua); la differenza di tempo tra la prima e la seconda eco permette di calcolare lo spessore del sedimento. L'intera operazione può essere effettuata in mezz'ora soltanto.

Con l'analogo metodo di Ewing, detto « a rifrazione » e usato da studiosi americani e inglesi, si possono ottenere risultati più particolari che col metodo di

poi navigò verso Madera, eseguendo scandagli sonori sul Seine Bank, dai precipiti pendii. A Funchal fu necessario far riparare il grande argano, prima di accingersi alla traversata dell'Atlantico: e i membri della spedizione ebbero agio di visitare l'incantevole isola.

Da Madera l'« Albatross » si diresse poi verso la Martinica. La sonda-radar fu continuamente in funzione, registrando le più piccole variazioni di profondità, e furono estratte numerose carote da grandi profondità. In condizioni di mare particolarmente favorevoli, grazie alla perizia del Prof. B. Kullenberg, ne furono estratte da 6000 *m* in poco più di tre ore.

Gli echi più profondi ottenuti mediante l'esplosione di bombe di profondità indicarono una superficie riflettente persino a circa 4000 *m* al di sotto del fondo dell'oceano. Supponendo un accumulo medio di 6,5 *mm* di sedimento ogni 1000 anni, per aversi 4000 *m* di sedimento sarebbero occorsi non meno di 600 milioni di anni. Questo è in contrasto con quanto sosteneva il Wegener, e cioè che l'Atlantico si sarebbe cominciato a formare nel Cretacico superiore, quindi soltanto una settantina di milioni di anni fa, per il distacco e la deriva della massa americana da quella del vecchio mondo.

L'ecografo dell'« Albatross » non riuscì a dare conferma dell'esistenza di una profondità di 6200 *m* a 30° 55' di lat. N e a 25° 25' di long. O da Greenwich, nella Fossa di Monaco, dove furono trovati solo 5750 *m*. Una profondità di 6300 *m*, fino allora, sembra, non registrata, fu rinvenuta invece più verso SO, a 25° 10' di lat. N e a 36° 30' di long. O. Sulla Dorsale Atlantica a 23° di lat. N e a 45° 11' di long. O fu trovata una profondità minima di soli 1500 *m*.

A Fort-de-France si unì alla spedizione dell'« Albatross » il Dott. F. Phleger, della *Scripps Institution of Oceanography* di La Jolla (California), specialista nello studio dei foraminiferi, il quale aveva già studiato i campioni di sedimenti prelevati nel Tirreno durante la crociera dello « Skagerak » (1946). Gli fu affidato, ora, il compito di esaminare il più lungo campione di sedimento prelevato nel Mar Caribico, da circa 5400 *m* di profondità: e ancor prima che la crociera dell'« Albatross » terminasse, il Dott. Phleger aveva già pronti per la pubblicazione i risultati delle sue indagini, risultati che il Pettersson sintetizza nel suo libro con un nitido diagramma e relativo commento. I gusci dei foraminiferi danno indicazioni sull'alternarsi di periodi caldi con periodi freddi. Questi corrispondono alle quattro principali fasi glaciali riscontrate nell'America Settentrionale (Nebraskan, Kan-

Weibull, ma esso è più complicato, lento e dispendioso, perché per effettuare l'operazione nelle migliori condizioni occorre la cooperazione di due navi.

Sul metodo « a riflessione » cfr. W. WEIBULL, *The thickness of ocean sediments measured by a reflection method*, Göteborg, 1947.

san, Illinoian, Wisconsin). Col Dott. Phleger ha collaborato un eminente specialista inglese, Cameron Ovey, del *British Museum* di Londra.

Per accumulare i 15 *m* di spessore del sedimento prelevato, si può stimare che siano occorsi 600.000 anni, con una media di *cm* 2,5 ogni 1000 anni: stima che il Pettersson giudica del tutto attendibile. L'« Albatross » fece sosta a Cristobal, nella Zona del Canale, per far riparare di nuovo il grande argano. Attraversato poi il Canale di Panamá, furono prelevate varie carote nel G. di Panamá e a sud di esso, e furono eseguite pescate tra i 750 e i 1500 *m*, mediante le quali vennero catturati numerosi pesci batiali, dalle forme stranissime, e parecchi invertebrati. La nave, quindi, si diresse alle Galápagos, dove, per incarico del noto botanico Prof. C. Skottsberg, di Göteborg, cui si devono fondamentali studi sulla flora di molte isole dell'Atlantico e del Pacifico, alcuni membri della spedizione effettuarono ricerche nell'isola di Chatham. Uno sbarco ad Albemarle, l'isola principale, fu sconsigliato dal fatto ch'essa era occupata da pericolosi deportati. Fu visitata, invece, la disabitata isola di James. Gli studiosi rimasti a bordo, nel frattempo, compirono indagini nelle acque a sud dell'arcipelago. Poi l'« Albatross » veleggiò verso ONO, con lo scopo di studiare la controcorrente equatoriale. Il fondo dell'oceano risultò molto accidentato, e il carotatore ripetutamente incontrò, tra i 4000 e i 6000 *m* di profondità, fondo duro, roccioso, che da un frammento portato in superficie risultò di natura lavica, e di lava relativamente recente.

Il vulcanismo sottomarino ha certamente avuto una parte di prim'ordine nella configurazione dei fondi oceanici. Esso ha dato luogo non soltanto alla formazione di rilievi, talora imponenti e che con le loro sommità si sono protesi fuori della superficie marina, dando origine a isole, ma hanno generato pure campi di lava sottomarini quasi livellati. E ciò fu possibile — osserva il Pettersson — per il fatto che a profondità maggiori di 2400 *m* la pressione idrostatica, rendendo impossibile l'ebollizione dell'acqua, ha permesso alla lava una effusione tranquilla.

Il Petterson ritiene che i letti di lava si alternino con strati sedimentari, depositatisi durante lunghi periodi di inattività vulcanica. Questo spiegherebbe il fatto che cariche esplodenti in profondità a ovest delle Galápagos non hanno mai determinato echi provenienti da più di 300 *m* al di sotto del fondo. Ciò porterebbe a contraddire l'opinione, generalmente accettata, che il Pacifico sia il più antico degli oceani. Se così fosse, esso dovrebbe avere uno spessore di sedimenti superiore a quello degli altri oceani. Va però osservato che tale spessore non dipende soltanto dal tempo di sedimentazione, ma anche dalla velocità di questa: velocità che varia moltissimo da un mare all'altro e tra una parte e l'altra di uno stesso mare.

Pervenuta in prossimità del parallelo di 18° N, l'« Albatross » fece rotta verso SO, per attraversare di nuovo la controcorrente equatoriale. Furono prelevati, per sottoporli poi all'analisi chimica, numerosi campioni di acqua profonda, e col termometro a rovesciamento furono prese numerose serie termiche. Osservazioni sulla temperatura degli strati superficiali furono compiute mediante un batitermografo, un termometro registratore. Si osservò che sotto la controcorrente equatoriale, tra i 100 e i 400 *m* di profondità, l'acqua era quasi stagnante e con minima quantità di ossigeno.

Furono compiute anche ricerche fotometriche e sulla torbidità delle acque, generalmente quasi impercettibile, fuorché a certe profondità, ove fu osservata una specie di « nuvola » costituita da particelle solide estremamente minute, che non si sa bene se siano di natura organica, provenienti dai cosiddetti « prati oceanici » (complesso di alghe microscopiche galleggianti), oppure siano minutissime ceneri di recenti eruzioni vulcaniche e, a maggiore profondità, particelle provenienti da sedimenti agitati da correnti di fondo.

Raggiunta Nukuhiva, la più grande delle incantevoli isole Marchesi, la spedizione vi si trattenne alcuni giorni. Ciò permise al Dott. J. Eriksson di compiere ricerche di carattere botanico e di mettere insieme un'interessante raccolta di piante indigene, e al Dott. G. Arrhenius di effettuare perforazioni in un giacimento di torba (uno dei pochissimi conosciuti nella zona intertropicale) per analizzarne il contenuto in polline: analisi utilizzabile poi per datare i pollini eventualmente contenuti nelle carote prelevate nei dintorni delle isole. Furono compiute escursioni in varie parti di Nukuhiva, per ammirarne le meraviglie naturali, come la cascata della valle di Hukui, dove l'acqua precipita da 180 *m*, spumeggiando candida tra le nere rocce vulcaniche e l'esuberante vegetazione verde smeraldo.

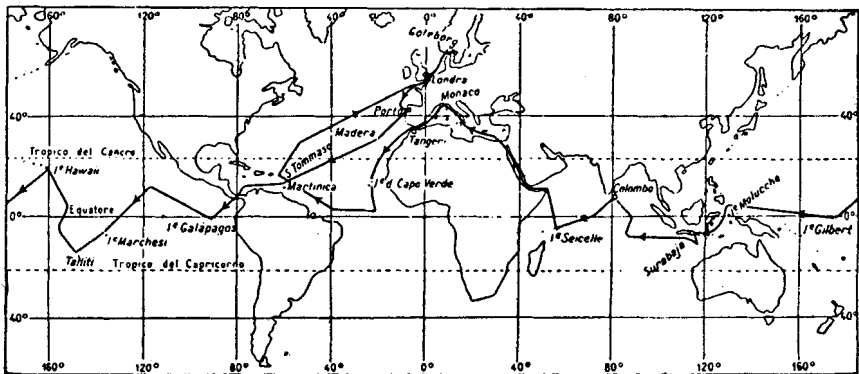
Da Nukuhiva l'« Albatross » si diresse a Tahiti, dove la spedizione si fermò pure alcuni giorni. Il Prof. Pettersson e suo figlio ebbero la possibilità di visitare anche Moorea, dove rimasero due giorni. Il Dott. Eriksson fece un'escursione sulle montagne di Tahiti, fino al craterico L. Vahiria, riportandone una ricca collezione di piante e magnifiche fotografie.

Da Tahiti l'« Albatross » veleggiò verso le Hawaii, seguendo fedelmente la rotta che nel 1875 la « Challenger » aveva percorso in senso inverso, e prelevando campioni di sedimento in 17 punti a profondità comprese fra i 3000 e i 6000 *m*.

La spedizione dell'« Albatross » ebbe modo di ripetere i sondaggi per mezzo di una tecnica moderna di gran lunga più efficiente. Nella stazione N. 276 della « Challenger », a $13^{\circ} 28'$ di lat. S e a $149^{\circ} 30'$ di long. O, fu prelevata una carota di 5 *m* (il campione non poté essere più lungo, perché il carotatore a

5 m dalla superficie del fondo incontrò roccia dura, probabilmente lava proveniente da un'eruzione sottomarina avvenuta parecchi milioni di anni fa).

Carote di maggior lunghezza (12-15 m) furono prelevate in prossimità di altre stazioni della « Challenger »: carote di argilla rossa o di fango a radiolari superiormente e di fango biancastro a globigerine inferiormente. A tanta profondità ci si aspetterebbe solo argilla rossa, povera di carbonato di calcio. Murray e Renard, che esaminarono i campioni prelevati dalla « Challenger », attribuirono la presenza di fango a globigerine alla straordinaria abbondanza di plancton alla superficie del mare, dovuta alle masse d'acqua profonda in movimento ascensionale entro e in prossimità della controcorrente equatoriale, acqua ricca di sali nutritivi, che vanno, si può dire, a concimare il fitoplancton dei « prati marini », il quale serve di nutrimento allo zooplancton e agli organismi del necton.



ROTTA DELL'« ALBATROSS » INTORNO AL MONDO.

Mentre l'« Albatross » attraversava una delle zone di acque salenti dal fondo, più volte l'ecometro indicò falsi fondi, dati da masse di organismi che si trovavano a qualche centinaio di metri di profondità durante il giorno, e salivano quasi in superficie durante la notte.

Il fondo dell'oceano tra Tahiti e le Hawaii risultò molto accidentato: e questo provocò la perdita di materiale, come una grossa draga e un lungo tratto di tubo del carotatore. L'esplosione di cariche di profondità per misurare lo spessore del sedimento, diede risultati simili a quelli ottenuti nel Pacifico orientale. Gli echi raramente provenivano da profondità superiori ai 300 m al di sotto del sedimento di superficie, anche usando cariche particolarmente forti. Questo fatto, osservato pure nell'O-

ceano Indiano, secondo il Pettersson si può spiegare in tre modi: che la sedimentazione nel Pacifico e nell'Indiano sia stata molto più lenta che nell'Atlantico; che gli espandimenti lavici interposti nei sedimenti costituiscano barriere più o meno efficaci alle onde sonore; che l'età del Pacifico sia molto minore di quella dell'Atlantico. Ma quest'ultima ipotesi è in contrasto con quanto ritengono generalmente i geologi.

Durante la rotta da Tahiti alle Hawaii e successivamente nel Pacifico occidentale, la spedizione fece interessantissime indagini sul gradiente geotermico nei sedimenti di fondo, mediante uno speciale sensibilissimo termometro ad alcool contenuto nella parte inferiore di un tubo di acciaio lungo 12 *m*. A 11 *m* di profondità nel sedimento si ebbe un aumento di circa 0°,5 ciò che darebbe un gradiente geotermico superiore a quello che si verifica in media sulle terre emerse. E si deve notare che il sedimento ha un forte contenuto di acqua: ciò che deve ridurre la sua conduttività termica, rendendola inferiore a quella delle rocce continentali.

Ad Honolulu la spedizione ebbe un'accoglienza straordinariamente festosa. I suoi membri visitarono il ricco Museo Bernice P. Bishop e poterono compiere numerose escursioni, tra le quali una al cratere dell'Halemaumau, nell'isola maggiore dell'arcipelago.

Dalle Hawaii l'« Albatross » si diresse verso SO e fece scalo nell'atollo di Kapingamarangi, che fa parte del gruppo delle Gilbert. Ivi la spedizione fu accolta molto benignamente da un re indigeno che governa l'atollo stesso, nella cui laguna N. Jerlov e F. Koczy eseguirono indagini fotometriche. L'« Albatross », poi, fece rotta verso le Filippine, evitando due tifoni che devastarono le Caroline settentrionali. Furono prelevate parecchie lunghe carote da profondità di 3600-4500 *m*, e poi, in prossimità della Fossa delle Filippine, persino da 7800 *m*. A tale profondità il carotatore affondò nel sedimento solo per due metri e mezzo, perché una ulteriore penetrazione fu ostacolata da strati di sabbia, la cui presenza a così grande profondità e a notevole distanza dalle terre meravigliò assai. Furono presi campioni di acqua profonda per determinare il contenuto in uranio e radio.

Deviando a S, l'« Albatross » si diresse verso le Molucche e fece scalo a Ternate, dove la spedizione ebbe liete accoglienze da parte del sultanello locale e del residente olandese. Il Dott. J. Eriksson, medico di bordo ed esperto naturalista, e il Sig. Wenzel vollero compiere l'ascensione del ripido vulcano Gamma-Lama, alto circa 1500 *m*, nonostante che gl'indigeni tentassero di dissuaderli dall'impresa, perché il vulcano è ritenuto sacro. Eriksson e Wenzel non soltanto raggiunsero la vetta del monte, ma fecero altresì una discesa nel cratere. Ne erano appena usciti, che un terremoto scosse tutta l'isola, con gran terrore dei

portatori indigeni, i quali ravvisarono in tale fenomeno una manifestazione dell'ira degli dei.

Lasciata Ternate, l'« Albatross » navigò nei mari della Sonda, dove nel 1929-1930 aveva compiuto studi fondamentali la spedizione olandese della « Willebrord Snellius ». La spedizione svedese raccolse numerose carote, che poi furono affidate, per lo studio, ai geologi olandesi cui era stato affidato il materiale raccolto dalla « Willebrord Snellius ». Una delle carote, lunga 6 m, prelevata in prossimità di Giava a circa 110 m di profondità, nella parte inferiore presentava caratteri che facevano pensare a un sedimento depositatosi quando la profondità era molto minore: quindi durante l'epoca glaciale quaternaria, quando il livello marino si abbassò fortemente in seguito alla formazione delle enormi calotte di ghiaccio sui continenti.

L'« Albatross » fece scalo a Surabaja, dopo aver rasentato Flores, Sumbava, Lombok e Bali. Furono compiute escursioni nell'interno di Giava e poi fu visitata Bali. Da lì la nave proseguì attraverso l'Oceano Indiano, trovandosi poco dopo in mezzo a una violenta tempesta, uscita dalla morsa della quale si diresse verso la Fossa della Sonda. Per questa le carte segnano quasi sempre una profondità massima notevolmente superiore ai 7000 m (per lo più 7450 m), mentre l'ecografo dell'« Albatross » non registrò in quel punto neppure 7000 m (4). Quivi fu prelevata la più lunga carota estratta dall'Oceano Indiano, di m 7,50 (la compattezza del sedimento non permise di prelevarne di maggiore lunghezza). Anche codesta carota — cosa piuttosto sorprendente, data la profondità — conteneva una ragguardevole quantità di fango a globigerine.

Dalla Fossa della Sonda la nave si diresse verso ovest, seguendo press'a poco il parallelo di 11° S, poi a nord verso Ceylon, prelevando un buon numero di carote, una delle quali, lunga 12 m, fu estratta da 5200 m di profondità.

A nord dell'equatore il fondo marino si mostrò perfettamente piatto: e questo fece sperare di poter estrarre carote molto lunghe. Invece il carotatore fu ritirato col tubo spezzato, perché evidentemente aveva urtato contro un letto di lava.

A Colombo la nave si trattenne parecchi giorni, ciò che permise di effettuare escursioni nell'interno di Ceylon. Si seguì quindi la rotta di SO. Numerose misurazioni dello spessore dei sedimenti diedero risultati modestissimi: dai 60 ai 240 m. Una nuova sosta fu fatta alle Seicelle, il « paradiso dell'Oceano Indiano ». La

(4) La profondità di 7450 m continua ad essere riportata nelle carte di atlanti anche recentissimi: nella edizione del Sessantennio dell'*Atlante Internazionale del T.C.I.* (Milano, 1956); nell'*Atlas zur Erd- und Länderkunde* di F. Haefke (Berlino, 1956); nel *Geograficeskij Atlas* diretto da J. V. Filippov (Mosca, 1955), ecc. Nell'*Atlas zur Erdkunde* di H. Lautensach (Heidelberg, 1954), invece, è data come massima profondità della Fossa della Sonda 7000 m.

nave si ancorò a Port Victoria, e i membri della spedizione ebbero la possibilità di visitare l'isola di Mahè, dove il Dott. Eriksson compì ricerche botaniche. Egli visitò pure l'isola di Praslin, famosa come patria della palma *Lodoicea Seychellarum*, che fa un enorme frutto (può pesare persino 35 kg), a forma di doppia nocca, conosciuto col nome di *coco-de-mer*.

Da Port Victoria l'« Albatross » si diresse verso N. L'ecometro segnalò immensi banchi di pesci sulla grande piattaforma sottomarina delle Seicelle. Attraverso il Bab el-Mandeb la nave penetrò poi nel Mar Rosso, diretta verso il Mediterraneo. Vento contrario e mare grosso ritardarono la navigazione. H. Pettersson, dovendo recarsi a Londra e a Göteborg per ragioni urgenti, si fece sbarcare a Port Sudan, per raggiungere il Cairo in aereo: ma subito dopo il vento cadde, e l'« Albatross » poté riprendere l'andatura normale, giungendo a Suez quando Pettersson — che a Port Sudan non aveva trovato posto nell'aereo ed aveva poi dovuto sopportare le conseguenze di vari altri contrattamenti — giungeva al Cairo. Di lì in aereo Pettersson si recò a Londra e poi a Göteborg.

Nel frattempo la direzione scientifica della spedizione fu affidata al Prof. Kullenberg, che, fra l'altro, prelevò carote al largo del delta nilotico, poi in prossimità di Creta, di Malta e della Sicilia e nel Mar Tirreno. Quivi ne fu ottenuta una di ben 19 m di lunghezza.

Il 28 maggio 1948 l'« Albatross » entrò nel piccolo, pittoresco porto di Monaco, dove i membri della spedizione (compreso H. Pettersson, tornato da Göteborg) furono entusiasticamente festeggiati. Dopo una settimana, la nave lasciò Monaco per dirigersi verso lo Stretto di Gibilterra e l'Atlantico. Fu fatto scalo a Tangeri, donde il Dott. Weibull rientrò in Svezia, e fra Tangeri e le Isole del Capo Verde fu pescato a grande profondità con rete a strascico, sotto la direzione del Dott. O. Nybelin, direttore del Museo di Scienze naturali di Göteborg, che si era unito alla spedizione a Monaco. Una prima retata fu fatta a nord delle Isole Canarie, a 4200 m, e diede 12 pesci di fondo appartenenti a sei specie differenti, e numerosi invertebrati, tra i quali un crostaceo della famiglia dei *Munidopsis*. Una seconda retata, più a sud, a 5000 m, diede solo tre pesci di fondo. Una terza fu compiuta a oltre 5500 m e catturò 22 pesci di fondo, tra i quali il rarissimo *Grimaldichtys profundissimus* (di cui fino allora era noto soltanto l'esemplare catturato a 6000 m di profondità dal Principe Alberto di Monaco), e numerose oloturie, stelle di mare, ecc.

Tra Tangeri e le Isole del Capo Verde furono prelevate pure numerose carote contenenti spesso grani di sabbia dai bordi arrotondati, provenienti evidentemente dal Sahara, o addirittura strati compatti di sabbia, dovuti forse a correnti torbide.

Il 24 giugno 1948 l'« Albatross » raggiunse il porto di S. Vicente, nelle Isole del Capo Verde, donde si diresse verso la Fossa Romanche. Quivi i sondaggi a cavo avevano rilevato una profondità di ben 7370 *m*, che fu successivamente confermata da sondaggi della nave tedesca « Gauss ». Una ulteriore conferma di tale profondità si ebbe pure dai sondaggi a eco dell'« Albatross », che anzi a 10 miglia a OSO di essa segnarono una profondità ancora maggiore: 7640 *m*. Fu prelevata una carota lunga 15 *m*, a stratificazione molto accentuata, indicante forti variazioni nelle condizioni di sedimentazione, e fu effettuata una retata a 5400 *m*, che oltre a pesci di fondo diede una ventina di pennatulari del genere *Umbellula*. Poiché codesti animali vivono, normalmente, in acque mosse, la loro presenza confermerebbe l'esistenza della ipotetica corrente di fondo scorrente lungo il Canale Romanche dalla vallata dell'Atlantico occidentale in quella orientale, corrente costituita in parte di acque fredde provenienti dai mari antartici. In un secondo tentativo di prelevare un campione di fondo, il tubo del carotatore fu arrestato dopo *m* 1,80 da uno strato di sabbia grossolana, dalla cui analisi si potranno avere ragguagli sulla costituzione geologica della Dorsale Atlantica.

Questa, del resto, sporge dalle acque proprio a ovest della Fossa Romanche, con gli isolotti di S. Paolo, che la spedizione visitò e che sono abitati soltanto da innumerevoli uccelli marini. Dagli isolotti di S. Paolo l'« Albatross » si diresse dapprima verso O, lungo l'equatore, quindi verso le Piccole Antille, continuando a prelevare carote. Una di esse, estratta da 4600 *m* di profondità, sotto i quattro metri e mezzo di sedimento finissimo di mare profondo presentava strati di sabbia simile a quella che si rinviene dinanzi alle foci fluviali, e accumuli di residui vegetali. L'estuario dell'Amazzoni, il più vicino, si trova a circa 500 miglia a SO, cioè nella direzione verso la quale scorre la corrente superficiale: ciò che rende il problema di più difficile risoluzione. Lo strato di sabbia con residui vegetali si può stimare risalga ad almeno 200.000 anni fa. E' cambiata, da allora, la direzione delle correnti? Era un tempo molto minore la distanza da quest'area del continente sudamericano?

L'« Albatross » fece scalo a Charlotte Amalie, nell'isola di S. Tommaso, dove tutto ricorda il dominio danese, durato fino al 1917. Fu iniziata quindi la traversata di ritorno.

A nord delle Isole Vergini fu fatta una retata tra i 7500 e gli 8000 *m* di profondità, e se ne ottennero oolurie, vermi e crostacei. A SE delle Bermude fu prelevata da 5700 *m* una carota particolarmente interessante, formata superiormente da una specie di crosta di ossidi di ferro e di manganese, e sotto da fanghi di vario colore contenenti ciottolini di gabbro provenienti probabilmente dal fondo roccioso dell'oceano. Più a ponente, mediante la draga furono prelevati oltre 200 noduli di manganese, in massima

parte minuscoli, ma alcuni di dimensioni relativamente notevoli.

Tra le Bermude e le Isole Britanniche, Kullenberg e Jonasson prelevarono numerose altre carote, e Nybelin con la draga portò alla superficie, da 4600 m, il più grosso pesce di fondo fino allora catturato, un macruride, il *Nematomurus armatus*, di ben 70 cm di lunghezza. L'ultima retata fu fatta il 15 settembre, e diede quattro rari pesci di fondo e numerosi invertebrati.

L'« Albatross » fece scalo a Londra, dove la spedizione fu festeggiatissima e ove più di duecento scienziati salirono a bordo per visitare la nave e vedere la sua attrezzatura scientifica.

Lasciata Londra il 29 settembre, il 3 ottobre l'« Albatross » entrava nel porto di Göteborg, donde era partita esattamente quindici mesi prima.

* * *

Il materiale riportato in gran copia dalla spedizione è stato affidato, per lo studio, a un cospicuo numero di specialisti svedesi e stranieri: e i risultati delle loro indagini si vengono pubblicando con lodevole sollecitudine (alla fine di questo articolo sarà dato un elenco delle pubblicazioni relative alla spedizione).

Nel suo libro, H. Pettersson richiama giustamente l'attenzione del lettore sui risultati conseguiti da C. Ovey e J. Wiseman del *British Museum* con lo studio dei foraminiferi contenuti in una carota prelevata nella parte equatoriale dell'Atlantico: studio che ha dato ragguagli sulla temperatura di superficie durante la formazione del sedimento. Si sarebbe verificato un rapido abbassamento della temperatura intorno a 117.000 anni a.C.; la temperatura poi sarebbe andata innalzandosi fino a raggiungere un massimo 77.000 anni a.C. Sarebbe seguito un altro periodo freddo, con un minimo di temperatura 68.000 anni a.C., quindi un nuovo periodo di riscaldamento che avrebbe raggiunto un *optimum* climatico circa 43.000 anni a.C. Un terzo periodo freddo avrebbe avuto un minimo intorno a 23.000 anni a.C. Poi la temperatura s'innalzò, si abbassò di nuovo e di nuovo si innalzò, giungendo ad un *optimum* tra i 7000 e i 3000 anni a.C., dopo di che si stabilizzò alla media attuale.

Le indicazioni paleoclimatiche fornite dallo studio dei foraminiferi potranno essere ricavate pure, secondo Pettersson, dallo studio di altri microfossili contenuti nell'argilla rossa, specialmente radiolari e diatomee.

Sulla velocità di sedimentazione e sull'età dei depositi marini potrà dare ragguagli lo studio delle sferule magnetiche di origine cosmica contenute in gran numero nei depositi stessi (5).

Certo, la spedizione dell'« Albatross » ha recato un contribu-

(5) All'argomento ho già accennato nel mio articolo *Recenti progressi nella conoscenza dei fondi marini*, cit.

to di prim'ordine agli studi oceanografici, aprendo nuovi vasti campi di lavoro e stimolando la cooperazione internazionale, assolutamente necessaria in indagini così varie e complesse. E il libro del Pettersson, che ne narra le vicende, contribuirà validamente a suscitare l'interesse del gran pubblico per gli affascinanti problemi della scienza del mare.

ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI

(comprese quelle d'interesse biologico)

RELATIVE ALLA SPEDIZIONE DELL' « ALBATROSS » 1947-48,
uscite fino al novembre 1956.

N. B. - Per ragioni tipografiche, la lettera « a », necessaria per i titoli delle pubblicazioni in lingua svedese, è stata sostituita con « aa ».

Spiegazione delle sigle: « RSDSE » = « Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition 1947-1948 »; « DSR » = « Deep-Sea Research »; « MOIG » = « Meddelanden fraan Oceanografiska Institutet i Göteborg ».

ALLGEN C., *Free-living Nematodes*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 13, 1955.

ARRHENIUS G., *Sediment cores from the East Pacific*, in « RSDSE », vol. V, fasc. I (parti 1-4 e appendice), 1952.

ARRHENIUS G., KJELLBERG G. e LIBBY W. F., *Age determination of Pacific chalk ooze by radiocarbon and titanium content*, in « Tellus », Stoccolma, vol. 3, 1951.

ARRHENIUS G. e BLOMQUIST N., *Proportion of sedimentary components in the calcareous eupelagic area of the East Pacific*, in « RSDSE », vol. V, fasc. V, N. 1, 1956.

BERRIT G., *Etude des teneurs en manganèse et en carbonates de quelques carottes sédimentaires atlantiques et pacifiques*, in « MOIG », N. 23, 1955.

BERRIT G. e ROTSCHI H., *Chemical analyses of cores from the Central and West Equatorial Pacific*, in « RSDSE », vol. VI, fasc. II, 1956.

BRUNEAU L., JERLOV N. e KOCZY F., *Physical and chemical methods. Appendix. Table 1. Physical and Chemical data. Table 2. Results of dynamic computations*, in « RSDSE », vol. III, fasc. II, N. 4, 1953.

CARLGREN O., *Actiniaria*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 8, 1951.

DUPLAIX S. e CAILLEUX A., *Etude minéralogique et morphoscopique de quelques sables des grands fonds de l'Océan Atlantique occidental*, in « MOIG », N. 20, 1952.

ELIASON A., *Polychaeta*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 11, 1951.

ERIKSSON J., *Djuphav och vulkanöar*, Stoccolma, 1953.

FAGE L., *Sur un Pycnogonide*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 7, 1951.

GISLEN T., *Crinoidea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 4, 1951.

GORDON I., *Crustacea Decapoda*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 19, 1955.

ISAAC N. e PICCIOTTO E., *Ionium determination in deep-sea sediments*, in « Nature », Londra, vol. 171, 1953, pp. 742-743.

JERLOV N., *Optical studies of ocean water*, in « RSDSE », vol. III, fasc. I, N. 1, 1951.

— *Optical measurement of particle distribution in the sea*, in « Tellus », Stoccolma, vol. 3, 1951.

— *Studies of the equatorial currents in the Pacific*, in « Tellus », Stoccolma, vol. 5, 1953.

— *Particle distribution in the ocean*, in « RSDSE », vol. III, fasc. II, N. 3, 1953.

— *The equatorial currents in the Indian Ocean*, in « RSDSE », vol. III, fasc. II, N. 5, 1953.

- JERLOV N., *The equatorial currents in the Pacific Ocean*, in « RSDSE », vol. III, fasc. III, N. 6, 1956.
- JERLOV N. e KOCZY F., *Photographic measurements of daylight in deep water*, in « RSDSE », vol. III, fasc. I, N. 2, 1951.
- JERLOV N. e KULLENBERG B., *The Tyndall effect of uniform minerogenic suspension*, in « Tellus », Stoccolma, vol. 5, 1953.
- KOCZY F., *Die bodennahen Wasserschichten der Tiefsee*, in « Naturwissenschaften », fasc. 15, Berlino, 1950.
- *Vattenskiktet nära oceanbotten*, in « Statens naturvetenskapliga forskningsraads aarsbok 1951/52 ».
- *A survey on deep-sea features taken during the Swedish deep-sea expedition*, in « DSR », vol. 1, 1954.
- *Geochemistry of the radioactive elements in the ocean*, in « DSR », vol. 3, 1956.
- *The specific alkalinity*, in « DSR », vol. 3, 1956.
- *Echosoundings*, in « RSDSE », vol. IV, fasc. II, N. 3, 1956.
- KOLBE R. W., *Ueber Süßwasserdiatomeen in Atlantischen Tiefseesedimenten*, in « DSR », vol. 1, 1954.
- *Diatoms from Equatorial Pacific cores*, in « RSDSE », vol. VI, fasc. I, 1954.
- *Diatoms from Equatorial Atlantic cores*, in « RSDSE », vol. VII, fasc. III, 1955.
- KRAMP P. L., *Hydrozoa and Scyphozoa*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 10, 1951.
- KROELL V., *On the age-determination in deep-sea sediments by radium measurements*, in « DSR », vol. 1, 1954.
- *The distribution of radium in deep-sea cores*, in « RSDSE », vol. X, fasc. I, 1955.
- KULLENBERG B., *On the shape and the length of the cable during a deep-sea trawling*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 2, 1951.
- *On the salinity of the water contained in marine sediments*, in « MOIG », N. 21, 1952.
- *Sur la résistance à l'avancement d'un cylindre dans une eau courante si le cylindre forme un angle aigu avec la direction du courant*, in « Cahiers du Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques », N. 5, 1952.
- *On the water exchange through a narrow channel connecting a basin with fresh water inflow to the sea*, in « Ass. Océanogr. Phys., Procès-Verbaux », N. 5, 1952.
- *Les échanges d'eau à travers le détroit de Gibraltar*, in « Bull. d'information du Comité Central d'Océanographie », VII, 1953.
- *En rörsond i staand att taga upp långa sedimentprofiler fraan havsbotten*, in « Statens naturvetenskapliga forskningsraads aarsbok 1951/52 ».
- *Absolute chronology of deep-sea sediments and the deposition of clay on the ocean floor*, in « Tellus », Stoccolma, vol. 5, 1953.
- *Om en linas strömningsmostaand i vatten*, in « Unda Maris », Göteborg, Sjöfartsmuseet, 1951/52.
- *Deep-sea coring*, in « RSDSE », vol. IV, fasc. I, N. 2, 1955.
- KULLENBERG B. e MICHAELSON R., *A new deep-sea winch*, in « DSR », vol. 1, 1954.
- LANDERGREN S., *On the geochemistry of the North Atlantic sediment core no. 238*, in « RSDSE », vol. VII, fasc. II, 1954.
- MADSEN F. JENSENIUS, *Asteroidea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 6, 1951.
- *Ophiuroidea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 9, 1951.
- *Holothuroidea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 12, 1955.

- MELLIS O., *Volcanic ash-horizons in deep-sea sediments from the eastern Mediterranean*, in « DSR », vol. 2, 1954.
- MILLAR R. H., *Ascidacea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 18, 1955.
- MORTENSEN TH., *Echinoidea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 3, 1951.
- NILSSON-CANTELL C. A., *Cirripedia*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 17, 1955.
- NORDENSTAM Aa., *A new Isopod from the deep-sea*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 16, 1955.
- NYBELIN O., *Introduction and station list*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, 1951.
- NYBERG A., *On the variation of the general circulation of the atmosphere during past ages*, in « RSDSE », vol. V, fasc. V, N. 2, 1956.
- PETTERSSON H., *The Swedish deep-sea expedition*, in « Geographical Journal », vol. CX, 1947, pp. 145-148.
- *The Swedish deep-sea expedition*, in « Nature », Londra, vol. 160, 1947, pp. 559-560.
- *A Swedish deep-sea expedition*, in « Proceedings of the Royal Soc. », Londra, Ser. B, Vol. 134, 1947.
- *Den svenska djuphavsexpeditionen i Göteborg-Hawaii*, in « Ymer », Stoccolma, 1947, pp. 227-234.
- *La campagne océanographique suédoise de l'Albatross*, in « Bull. de l'Inst. Océanographique », Parigi, N. 935, 1948.
- *The Swedish deep-sea expedition*, in « Nature », Londra, vol. 162, 1948, pp. 324-325.
- *The results of the Swedish deep-sea expedition up to 21st June 1948*, in « Ass. Océanogr. Phys., Procès-verbaux », N. 4, 1949.
- *The Swedish deep-sea expedition*, in « Pacific Science », Honolulu, vol. 2, 1948.
- *Through three oceans with the Albatross*. Royal Inst. of Great Britain, Weekly Evening Meeting, 25 febr. 1949.
- *The geochronology of the deep ocean bed*, in « Tellus », Stoccolma, vol. 1, 1949.
- *Exploring the bed of the ocean*, in « Nature », Londra, vol. 164, 1949, pp. 468-470.
- *The floor of the ocean*, in « Endeavour », Londra, vol. VIII, N. 32, 1949.
- *Resultat från den svenska djuphavsexpeditionen*, in « Ymer », Stoccolma, 1950, pp. 207-219.
- *Nickel content of deep-sea deposits*, in « Nature », Londra, vol. 166, 1950, pp. 308.
- *The chronology of the ocean floor*, in « Advancement of Science », Londra, vol. VII, N. 25, 1950.
- *Exploring the ocean floor*, in « Scientific American », New York, vol. 183, N. 2, 1950.
- *Radium and deep-sea chronology*, in « Nature », Londra, vol. 167, 1951, p. 942.
- *The Swedish deep-sea expedition 1947-48*, in « DSR », vol. 1, 1953.
- *The Pacific cruise of the Swedish deep-sea expedition*. Seventh Pacific Science Congress, Wellington, vol. III, 1952.
- *Archaeology of the Sea*, in « Scientia », Bologna, 1955, pp. 256-259.
- *Radium and the deep-sea*, in « American Scientist », New Haven, vol. 41, N. 2, 1953.
- *Recherches en mer profondes*. Confer. del « Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques », 1952.
- *Stratigraphy and chronology of ocean sediments*, in « Scientia », Bologna, 1952, pp. 145-150.
- *Zur Bildung des roten Tones*, in « Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie », Vienna, Ser. A., vol. VII, 1954.
- *Meeres Radiologie*. Orionbücher, Monaco, Verlag S. Lux, vol. 70.

- PETTERSSON H., *Magnetische Kügelchen und Meteore*, in « Naturwissenschaften », fasc. 13, Berlino, 1955.
- *Med Albatross över havsdjupen*, Stoccolma, 1950.
- PETTERSSON H. e ROTSCHI H., *The nickel content of deep-sea deposits*, in « Geochimica et Cosmochimica Acta », Londra, vol. II, 1952.
- PHLEGER F., *Foraminifera of a submarine core from the Caribbean Sea*, in « MOIG », N. 16, 1948.
- PHLEGER F., PARKER F. L. e PEIRSON J. F., *North Atlantic foraminifera*, in « RSDSE », vol. VII, fasc. I, 1953.
- RIEDEL W. R., *Sedimentation in the tropical Indian Ocean*, in « Nature », Londra, vol. 168, 1951, p. 737.
- *Tertiary radiolaria in western Pacific sediments*, in « MOIG », N. 19, 1952.
- SCHELLENBERG A., *Amphipoda*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 14, 1955.
- SCHOTT W., *On the sequence of deposits in the Equatorial Atlantic Ocean*, in « MOIG », N. 18, 1952.
- SILEN L., *Bryozoa*, in « RSDSE », vol. II, fasc. I, N. 5, 1951.
- WESENBERG-LUND E., *Sipunculidae*, in « RSDSE », vol. II, fasc. II, N. 15, 1955.
- WEIBULL W., *Sound explorations*, in « RSDSE », vol. IV, fasc. I, N. 1, 1955.

Questo elenco lo debbo alla cortesia del Prof. B. Kullenberg, attuale direttore dell'« Oceanografiska Institutet » di Göteborg, che qui vivamente ringrazio.

SUMMARY. — On the occasion of the publication of the Italian translation (Milano, Baldini e Castoldi, 1956) of H. Pettersson's book, *Westward Ho with the « Albatross »*, the proceedings of the great Swedish oceanographic expedition of the « Albatross » in 1947-1948 in the three oceans and in the Mediterranean sea are here summarized. The expedition aimed at carrying out research especially on the sea-bottom sediments, drawing out a great number of « cores » with the powerful piston core sampler of Kullenberg and measuring the thickness of the sediments by means of the Weibull method. The article chiefly gives information on the important scientific results of the expedition.