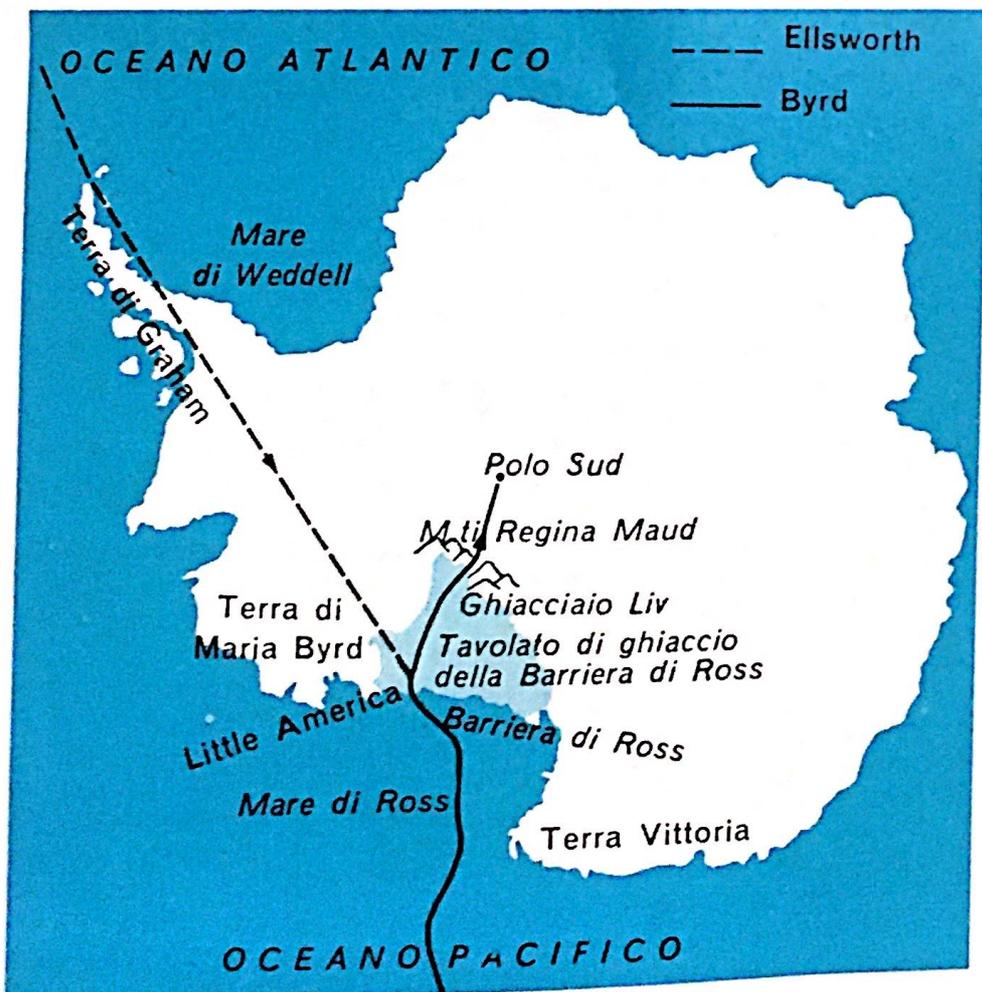


L'ANTARTIDE: UN CONTINENTE MENO INOSPITALE

di Silvio Zavatti

Negli ultimi venti anni americani e sovietici hanno accumulato una ricca messe di dati scientifici sul continente antartico. Si sa, per esempio, che la sua massa ghiacciata aumenta anno per anno, e che vi si trovano dei veri e propri laghi polari contornati da oasi ricche di fauna e di flora.

Fig. 1 Gli itinerari seguiti da Byrd nel suo volo al Polo Sud e quello di Ellsworth dall'isola di Dundee alla Baia delle Balene nel 1935.



Dal 1950 ad oggi si è verificato un profondo cambiamento nella metodologia esplorativa delle regioni polari. Alle piccole spedizioni finanziate da privati si sono sostituite le grandi organizzate dai governi. Un tale rivolgimento ha fatto fare all'esplorazione dell'Antartide dei passi da gigante ed ha avuto notevole importanza anche nello studio dell'Artide, specialmente per la ricerca di idrocarburi e di minerali. Per lo studio di aspetti particolari (flora, fauna, etnografia, psicologia, ecologia, ecc.) le piccole spedizioni, invece, si dimostrano ancora valide, come stanno a provare i numerosissimi lavori che si pubblicano annualmente in tutto il mondo.

L'oceanografia è la branca scientifica che più ha beneficiato di studi ed esperimenti condotti negli ultimi tempi nelle regioni polari antartiche. L'Antartide ha rispetto all'Artide, degli aspetti assai peculiari essendo, come è noto, una vastissima massa di terraferma, di notevole altitudine, circondata dalle acque, il cui carattere distintivo è la quasi completa glaciazione. Il suolo è coperto in permanenza da una massa di ghiaccio che si spinge fino al mare lungo quasi tutta la costa ed a volte a molta distanza da essa, tanto che l'influenza del ghiaccio polare si avverte ben oltre il Circolo Antartico.

Ma non è esatto parlare, come fanno inglesi e sovietici, di « Oceano Antartico » perché si tratta delle acque di tre oceani (Indiano, Pacifico e Atlantico) che si incontrano per formare la sola grande area oceanica la cui estensione Est-Ovest non sia interrotta da continenti. Questo fatto fa sì che una libera corrente d'aria proveniente dall'Est fluisca intorno alla massa continentale antartica. Un'altra differenza fondamentale fra le due regioni polari è data dalla presenza nell'Antartide dei venti catabatici, le fortissime correnti d'aria ad alta densità che discendono dalle regioni più alte della massa continentale fino al mare dove scatenano paurose tempeste.

La conoscenza scientifica e sempre più vasta delle acque antartiche è, come si è detto, una conquista molto recente che si può far risalire agli anni immediatamente successivi alla seconda guerra mondiale e soprattutto



Fig. 2 Il ghiacciaio di Liv rappresentò una seria difficoltà per le prime esplorazioni aeree. Byrd per superarlo dovette liberarsi di 225 Kg di provviste.

ai lavori preparatori dell'Anno Geofisico Internazionale.

Gli Stati che hanno dato maggior incremento alle ricerche oceanografiche nell'Antartide sono gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica. Gli studi dei primi cominciarono durante la campagna da essi denominata *Operation Highjump* (1946-1947) e continuarono nel 1947-1948 specialmente ad opera del rompighiaccio *Atka*. Questa motonave esplorò il Mare di Ross, lo stretto di Bransfield e il Mare di Weddel, prese numerosi campioni del fondo, dati sulle condizioni del ghiaccio e centinaia di batitermogrammi utili per tracciare un profilo delle temperature esistenti sotto la superficie.

Nel 1955-1956 ebbero inizio le campagne annuali antartiche *Deep Freeze* durante le quali i rompighiaccio statunitensi *Edisto* e *Burton Island*, la nave polare neozelandese *Endeavour* e quella oceanografica statunitense *Eltanin* raccolsero una messe imponente di dati che possono così sintetizzarsi: decine di migliaia di batitermogrammi

e di scandagli, migliaia di osservazioni di corrente, fotografie del fondo, misure fisiche, chimiche, biologiche e geologiche. Sono stati esplorati settori ignoti dei Mari di Weddel e di Ross, delle acque lungo la Penisola Antartica, le isole Windmills e la Costa Principessa Astrid, i Mari di Amundsen e di Bellingshausen, le acque della Terra Victoria. Sono state impiantate centinaia di stazioni automatiche oceanografiche.

Se le ricerche condotte dagli statunitensi negli ultimi vent'anni sono state circumpolari, gli sforzi maggiori sono stati concentrati nella parte meridionale dell'Oceano Pacifico che era inizialmente la meno nota. Le altre aree oceaniche sono state intensamente esplorate dai sovietici che a bordo delle loro attrezzatissime navi idrografiche (la più famosa è la *Ob*, veterana delle spedizioni antartiche) hanno raccolto dati che rivestono enorme interesse. Le osservazioni, integrate con quelle che francesi, belgi, australiani, neozelandesi, giapponesi, norvegesi, cileni, argentini hanno raccolto nel corso delle loro spedizioni (e che formano un corpus di incalcolabile valore scientifico) hanno finalmente permesso una descrizione soddisfacente del comportamento delle acque antartiche, mentre l'applicazione di studi teorici ha aperto la strada a una più completa spiegazione delle leggi che regolano la deriva dei ghiacci marini, col conforto dell'esperienza che i sovietici hanno pubblicato un « Atlante Antartico » in due volumi, che è un modello di rigore scientifico e nel quale le carte batimetriche tengono conto delle più recenti scoperte.

I laghetti polari

L'Antartide contribuisce alla circolazione degli oceani fornendo acqua abissale fredda e densa che penetra nell'emisfero settentrionale perché le acque antartiche sono in comunicazione aperta coi tre maggiori sistemi oceanici delle regioni temperate e tropicali.

A nord del continente antartico vi sono due zone frontali in cui le temperature di superficie sono dell'ordine di 2-3 gradi. Una è rappresentata dalla « Convergenza Antartica » che si sten-

de fra 50° e 60° di latitudine Sud e circonda completamente il continente. A circa 40° Sud si trova la seconda zona, dai limiti ancora incerti, chiamata « Convergenza subtropicale ». Per gli oceanografi, queste due zone frontali delimitano l'Antartide e la Subantartide e sostituiscono, così, con dei limiti strettamente scientifici e continuamente controllabili, le convenzioni empiriche che confinavano ieri l'Antartide entro i limiti della terraferma continentale ed affidavano i confini della Subantartide alle preferenze dei singoli ricercatori.

Le masse delle acque antartiche sono identificabili dal rapporto temperatura-salinità e con questo metodo sono state identificate, a sud della Convergenza, tre principali masse d'acqua. Nell'ordine esse sono: le *acque superiori* che circondano il continente e sono formate da uno strato spesso da 100 a 250 metri; hanno temperature e salinità basse (in inverno diventano omogenee e freddissime) e sono la sorgente delle acque abissali antartiche. Il riscaldamento estivo produce le *acque superficiali* che hanno temperature più alte e salinità più bassa a causa dello scioglimento dei ghiacci di origine terrestre. Le residue e più fredde acque basse, dalle caratteristiche quasi uguali a quelle delle acque superiori, sono le *acque invernali*. Al di sotto delle acque superiori c'è una spessa massa di *acqua profonda* che è caratterizzata da una temperatura omogenea fino a 300-500 metri e che è stata battezzata *acqua circumpolare antartica*. Lungo il fondo c'è l'*acqua abissale* con bassa temperatura e con valori di densità più alti di quanto si sia riscontrato in qualsiasi altro mare. Questa massa abissale è formata dal miscuglio, sopra lo zoccolo continentale, (e specialmente nel Mar di Weddell) dell'acqua invernale con l'adiacente acqua circumpolare.

La massa delle acque abissali si spinge verso nord e penetra nei maggiori bacini oceanici: la sua presenza si fa sentire anche a nord dell'equatore.

In definitiva, il trasporto generale dell'acqua antartica segue una direzione orientale e le perdite sono compensate da un movimento verso sud delle acque profonde. Si nota una divergenza discontinua fra il sistema dei venti orien-

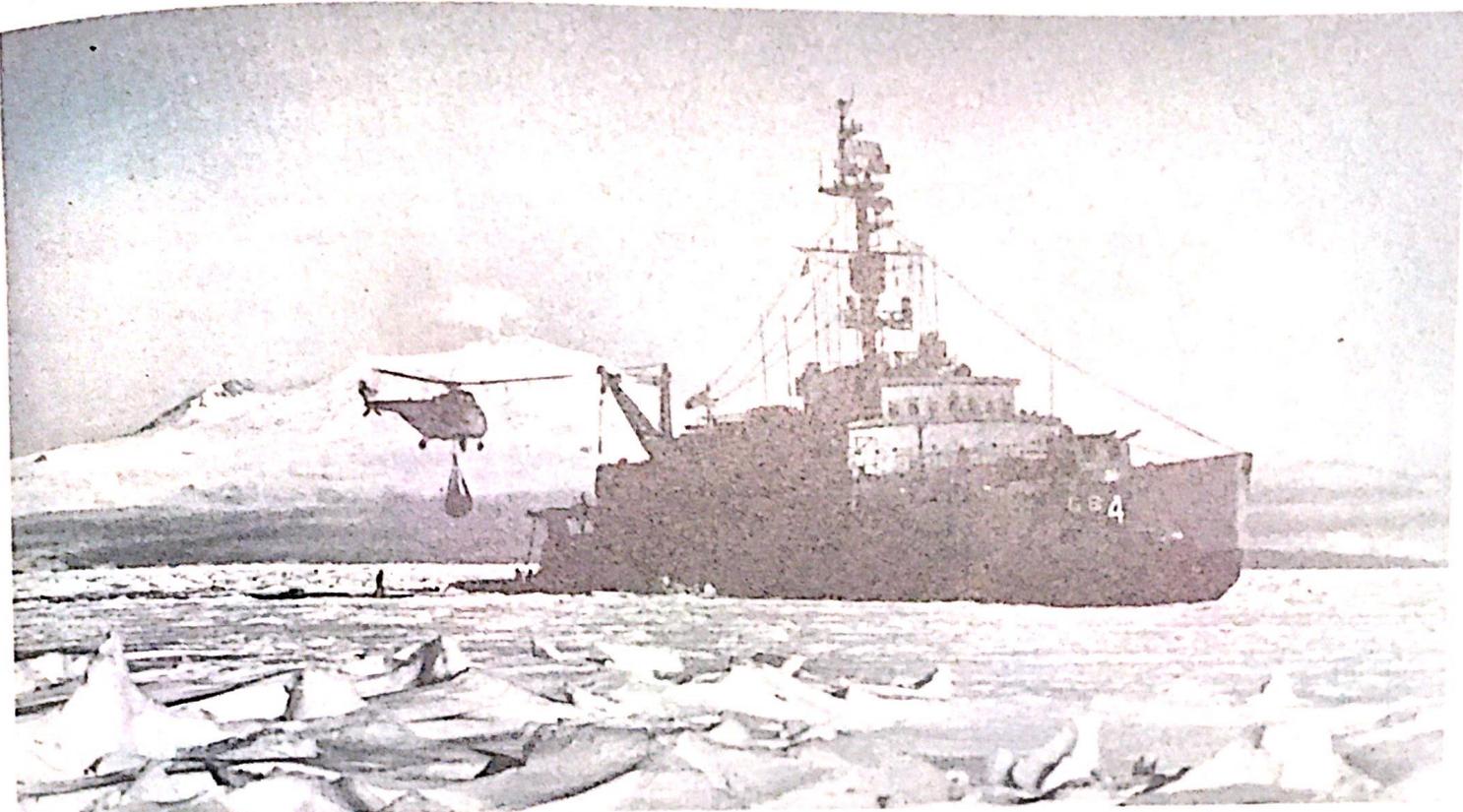


Fig. 3 Le moderne esplorazioni vengono ora organizzate con una dovizia di mezzi un tempo sconosciuta. Sebbene la morfologia e la superficie dell'Antartide siano ormai ben note, questo continente offre ancora grandi possibilità agli scienziati per studi di geologia, glaciologia e meteorologia.

tali nei pressi della costa e la corrente generale occidentale nelle zone a sud della Convergenza Antartica.

Gli statunitensi hanno rivolto le loro maggiori attenzioni al Mare di Ross dove hanno stabilito la loro base logistica più importante ed è per questa ragione che esso oggi è molto più conosciuto di quanto non lo fosse una ventina d'anni or sono. Acque circumpolari che si diffondono verso oriente provengono dalla scarpata continentale ed entrano nel Mare di Ross. Qui, mescolate ad altre, vanno a collocarsi sotto la superficie nella parte sud-occidentale e determinano la prima degradazione del pack in quel mare.

Risulta evidente, quindi, che le acque antartiche hanno influenza notevolissima sulla climatologia e sulla biologia dell'emisfero australe, anche se ancora i fenomeni cui danno luogo restano da studiare e da interpretare.

La morfologia interna dell'Antartide è ormai definitiva e nuove catene montuose sono state segnate sulle carte, grazie alle grandi spedizioni organizzate con dovizia di mezzi (traversata di Fuchs, viaggi dei sovietici, dei neozelandesi e degli statunitensi) nell'interno della massa continentale. La catena andina continua nell'Antartide

dividendosi in una parte orientale, costituita forse da un'unica massa, e in una occidentale formata da un arcipelago le cui isole sono saldate insieme dalla cappa di ghiaccio su cui si alzano montagne che raggiungono altezze di 6000 metri. A questo risultato si è giunti usando il metodo dei sondaggi sismici, lo stesso che ha permesso di scoprire che il Polo Sud non è sul mare, ma su uno strato di rocce che s'innalza a 270 m sul livello marino. Sullo strato roccioso poggiano 2500 m di ghiaccio molto denso.

È noto che nell'Antartide si trovano delle zone, con laghetti di acque relativamente calde, dove la neve fa una breve comparsa per sciogliersi subito: queste zone furono chiamate *oasi polari* o, più recentemente, *valli secche*. Non vi mancano licheni, alghe, uccelli marini. Si pensava che queste zone fossero di origine vulcanica, ma la conclusione a cui sono giunte le più recenti indagini è che l'*oasi* è determinata dal particolare rilievo della regione, difesa da una catena di colline che i ghiacci continentali sono obbligati ad aggirare e che fermano i freddissimi venti provenienti dal Sud. Le nevi, poi, si sciolgono abbastanza facilmente durante l'estate, grazie anche

alla particolare struttura geologica delle colline. I sovietici e i neozelandesi hanno dato apporti considerevoli alla soluzione di questo problema ed anche un gruppo di studiosi italiani, guidati dal prof. Aldo G. Segre, ha raccolto molte informazioni che sono ora in corso di elaborazione.

Nel campo delle ricerche glaciologiche i risultati sono stati sorprendenti. Molte volte sotto i ghiacci dell'Antartide si sono trovate vaste depressioni e si è appurato che il volume di tutti i nevai e ghiacciai esistenti sulla Terra — e segnatamente nell'Antartide — è superiore del 40% a quanto si era ritenuto fino ad oggi. Ne consegue che gli studi sul regime delle temperature, sulle correnti marine e sulla stratificazione delle acque oceaniche hanno subito delle profonde variazioni.

Già nel secolo scorso si era posto il problema della conoscenza delle terre situate sotto i ghiacci; anche se non risolto, è stato ora incamminato per la buona strada. L'errore di credere che nell'Antartide l'estensione delle terre coincidesse con quella dei ghiacci determinò l'inesatta teoria astrofisica della sincronizzazione delle età del ghiaccio. I sondaggi sismici, magnetici e di gravità compiuti nel corso del-

L'Anno Geofisico Internazionale hanno dimostrato non vera questa teoria. È stato scoperto che la parte terminale del tavolato di ghiaccio Filchner è limitata da due catene montuose, le Montagne Sentinella ed i Monti Pensacola. I piedi di queste due catene, però, non si incontrano e sotto i ghiacci potrebbe trovarsi un canale o un braccio di mare che unisce il Mare di Weddel a quello di Ross. I sondaggi sismici hanno provato, intanto, che la maggior parte delle terre antartiche è sotto il livello del mare.

Il polo è in terra ferma

Dal punto di vista geologico si sa oggi con certezza che lo scudo orientale è molto più antico ed ha un rilievo più complesso della parte occidentale che continua poi nel sistema andino. Ma la grande massa del ghiaccio pone al geologo due domande di estremo interesse: a) che deformazione risente la crosta terrestre a causa del peso della calotta glaciale?; b) il volume del ghiaccio tende ad aumentare o diminuire?

Alla prima domanda si può dare una risposta ormai definitiva, grazie ai dati raccolti in questi ultimi anni. Il peso del ghiaccio fa affondare la crosta terrestre nella massa plastica sottostante, tanto che a circa 18° dal litorale si è scoperto un sollevamento di forma grossolanamente circolare, causato senza dubbio da una reazione del mantello a questo affondamento. Alla seconda domanda è più difficile rispondere, ma si calcola che si abbia un aumento annuo di 1,32 milioni di milioni di tonnellate, contro una perdita, per fusione, di 0,41. Per ora, quindi, non c'è nessun pericolo che lo scioglimento del manto ghiacciato continentale faccia innalzare di 40-60 m il livello di tutti i mari provocando la sparizione di tutti i porti e di gran parte delle regioni costiere di tutti i continenti.

Lo studio sistematico della biologia marina ha fatto nascere la speranza che il tragico problema della fame nel mondo possa trovare soluzione grazie alle ricchezze alimentari contenute nelle acque antartiche. Commercialmente estinte le balene azzurre (*Balaenoptera musculus*), il più grande mammifero

del mondo, a causa di una caccia spietata, restano nei mari antartici enormi quantità di krill ora disponibili non essendo più preda delle balene. È un pesce che ha un alto potere nutritivo; è già stato posto in vendita come cibo per l'uomo.

Periodicamente hanno luogo dei Simposi internazionali per fare il punto sulle nuove conoscenze acquisite e ricordiamo il più recente tenuto a Cambridge (Gran Bretagna) presso lo Scott Polar Research Institute nel 1969 sulla glaciologia antartica. I contributi presentati sono stati ora pubblicati in un interessantissimo volume di oltre 500 pagine.

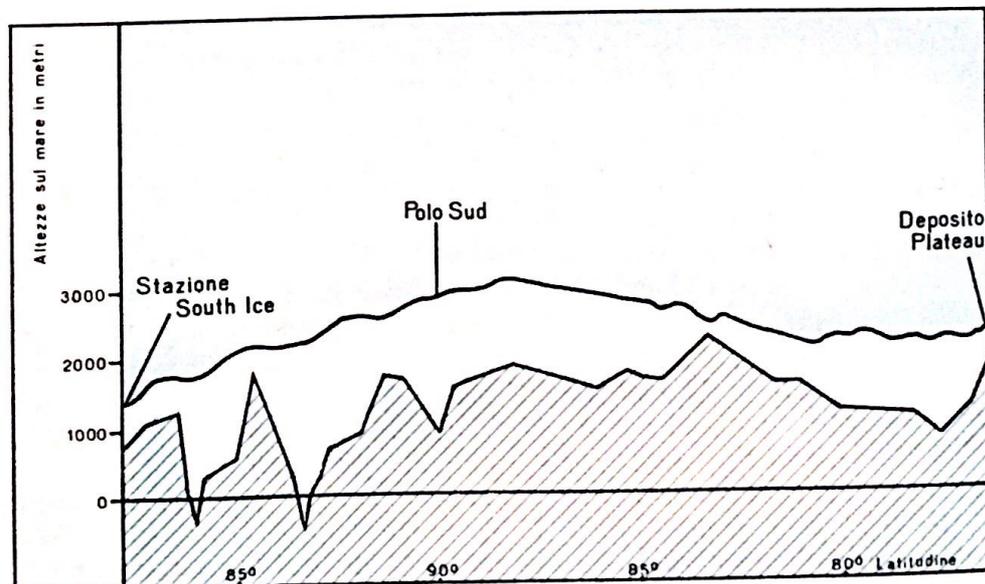
La migliorata conoscenza dell'Antartide permette oggi ai Geografi specialisti di dire che quel continente ha quattro poli, e cioè:

- 1) Polo sud geografico, 90° di lat. S, temperatura media -51°;
- 2) Polo sud magnetico, attualmente a 67° lat. S e 143° long. E;
- 3) Polo sud geomagnetico, cioè la zona dove dovrebbe essere il Polo sud magnetico se il magnetismo terrestre fosse uniforme. Si trova a 78°27' lat. S e 106°52' long. E, a 1410 km dalla costa e a un'altitudine di 3420 m;
- 4) Polo detto dell'« inaccessibilità relativa », cioè il punto più lontano dalle coste. È a 82°06' lat. S e 54°58' long. E e a un'altitudine di 3960 m, di cui 3000 di ghiaccio.

Nel corso della conferenza scientifica internazionale tenuta a Parigi nel 1955 fu deciso di affidare lo studio del primo polo agli Stati Uniti, del secondo alla Francia e degli ultimi due all'URSS. È stato scritto che l'Antartide è ormai vinta perché gli uomini che l'esplorano possono vivere in condizioni di comodo impensabile, ma l'affermazione è per lo meno esagerata. Fuori dai comodi innegabili esistenti nelle basi, c'è sempre l'elemento naturale che rappresenta il nemico mortale per l'uomo e lo prova il continuo lavoro compiuto dai tecnici per migliorare e rendere più sicuri i mezzi meccanici impiegati nell'esplorazione dell'Antartide.

Dai lavori presentati al Congresso sulla logistica antartica tenuto a Tokyo nel 1968 è affiorato che il più importante problema da risolvere per le basi antartiche è, naturalmente, quello dei rifornimenti che oggi possono essere assicurati soltanto dalle navi ed in minima parte dagli aerei. Le navi (si tratta, generalmente, di scafi di 2000 ton. della classe « polare ») debbono restare all'ancora, lontano dalla costa, durante le operazioni di sbarco. Il carico è trasportato presso le stazioni da mezzi anfibi. Dove però i fondali sono migliori, le navi possono accostare fino a 100 metri dalla costa. Fino ad ora le navi venivano assicurate a caviglie di acciaio del diametro di 6 cm profon-

Fig. 4 Il profilo delle terre antartiche sotto la cappa di ghiaccio.



damente infisse nella roccia. I venti antartici, però, sono fortissimi e più volte alcune navi hanno corso il pericolo di naufragare per la rottura di queste caviglie. Gli australiani hanno studiato e sperimentato, con risultati altamente positivi, una nuova bitta di ormeggio. Si tratta di un cilindro di acciaio che viene fissato nella roccia insieme con un'armatura di ferro. Tutto l'insieme è prefabbricato in Australia ed il montaggio è fatto sul posto. Dentro il cilindro e tutto intorno si fa una solidissima gettata di cemento risultandone un blocco così compatto che non c'è alcun pericolo di rottura anche sotto la sollecitazione di venti da 200 chilometri orari.

Per gli aerei si è proposto — e già molto è stato fatto — di standardizzare le lunghezze delle « striscie » di atterraggio e soprattutto i metodi di segnalazione, diurni e notturni, dei loro confini. Naturalmente si è dovuto tener conto delle particolari condizioni climatiche ed ambientali e derogare, perciò, da alcune norme standard fissate dall'ICAO, l'ente internazionale che soprasiede al traffico aereo.

Notevoli modificazioni sono state apportate da navi della classe « polare » e gli esempi più importanti si hanno con la *Ob* sovietica e la *Fuji* giapponese. Si è cercato, cioè, di dare una nuova linea a queste navi adibite al trasporto dei rifornimenti e del personale, di rafforzarne l'opera viva e di metterle in grado di navigare con grande sicurezza nei mari antartici, lasciando ai rompighiaccio il compito di aprire la rotta fra i ghiacci.

Anche la costruzione delle basi ha subito dei grandi miglioramenti che a volte si sono dimostrati completamente rivoluzionari. Se si confrontano le vecchie e gloriose capanne di Scott e Shackleton con le moderne installazioni, si ha il quadro completo del progresso raggiunto in questo campo. Ai pochi, disadorni ambienti si sono sostituite stanze munite di ogni conforto e laboratori scientifici da far invidia a quelli delle più attrezzate università americane, cucine modernissime, impianti nucleari per la dissalazione dell'acqua marina, stazioni radio potentissime, ecc. Tutte le costruzioni non vengono più appoggiate sulla

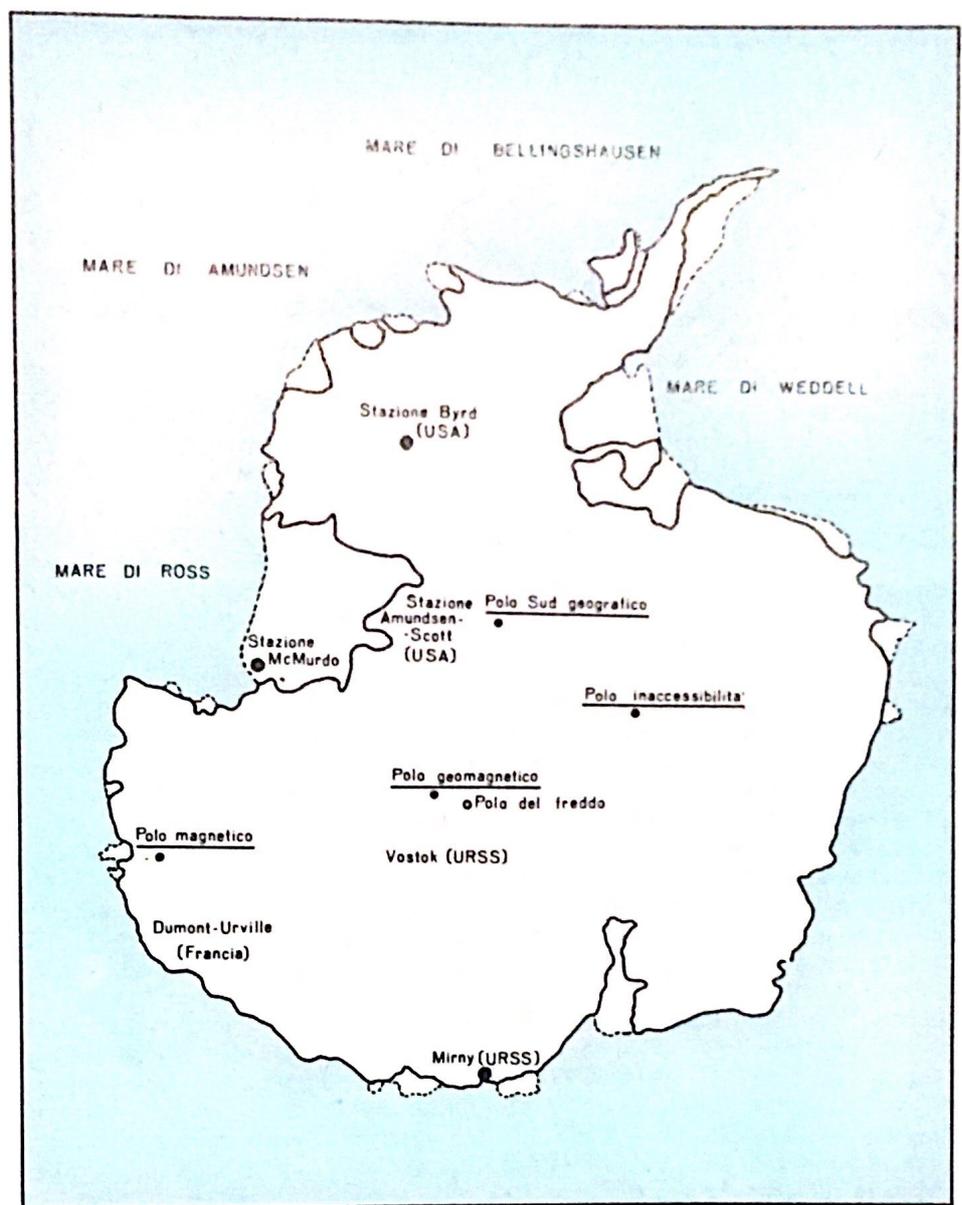


Fig. 5 I quattro poli dell'Antartide.

roccia, ma su armature di tubi di acciaio a più di due metri dal suolo, in modo da assicurare un migliore riscaldamento e una maggiore solidità. I materiali usati sono quanto più è possibile ininfiammabili perché il fuoco è uno dei nemici più pericolosi degli esploratori polari. L'ideazione e la fabbricazione del vestiario è caratterizzata da profonde innovazioni che hanno tenuto conto, in più larga misura, dell'esperienza eschimese.

Per i lunghi viaggi di esplorazione sulla ghiaccia continentale sono state ideate nuove e comode « carovane » montate su slitta, in modo da ridurre al minimo l'uso delle tende che, per lunghe permanenze, offrono un riparo

sempre aleatorio e, comunque, freddo e scomodo. Sono stati studiati nuovi tipi di mezzi cingolati che, oltre ad essere in grado di trainare convogli di carovane, superano facilmente i crepacci e sono muniti di una comoda e ben riscaldata cabina di guida. L'attenzione dei tecnici si è rivolta anche ai gabinetti medici che, per l'Antartide, sono stati appositamente studiati tenendo conto delle malattie e degli incidenti più frequenti.

Le romantiche spedizioni di 40 anni fa non sono più pensabili, ma bisogna rendere omaggio al valore e al sacrificio di quegli uomini che aprirono la strada alle grandi conquiste dei nostri giorni.