

SENATO DELLA REPUBBLICA

— XI LEGISLATURA —

Doc. **CXIV**
N. 1
—

RELAZIONE SULLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE

(articolo 2 della legge 10 giugno 1985, n. 284)

PRESENTATA DAL MINISTRO DELL'UNIVERSITÀ
E DELLA RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA
(FONTANA)

Comunicata alla Presidenza il 9 novembre 1992

11-UNI-PRA-0001-0

ATTI PARLAMENTARI
XI LEGISLATURA

Doc. **CXIV**
N. **1**

RELAZIONE
SULLO STATO DI ATTUAZIONE
DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE
IN ANTARTIDE

(Ai sensi dell'articolo 2 della legge 10 giugno 1985, n. 284)

PRESENTATA DAL MINISTRO DELL'UNIVERSITÀ
E DELLA RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA
(FONTANA)

I N D I C E**RELAZIONE SULLO STATO DI ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE.**

Considerazioni generali	Pag.	7
Situazione finanziaria	»	10
Attività scientifiche e logistiche	»	12

PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE 1985-1991.*Attività scientifico-tecnologiche e di supporto logistico:*

Cosmologia e cosmogeofisica	»	15
Fisica dell'atmosfera	»	16
Scienze della terra e materie prime	»	18
Geofisica marina	»	26

Oceanografia fisica, chimica, biologica	Pag.	28
Oceanografia geologica	»	49
Settore biologia	»	56
Telemedicina	»	60
Impatto ambientale metodologie chimiche	»	62
Ricerche tecnologiche	»	76
Logistica	»	77

RELAZIONE
SULLO STATO DI ATTUAZIONE
DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE
IN ANTARTIDE

(Ai sensi dell'articolo 2 della legge 10 giugno 1985, n. 284)



Ministero dell'Università e della
Ricerca Scientifica e Tecnologica

Roma, luglio 19⁹²

N.°
Proposta al Foglio del
N.°

OGGETTO RELAZIONE SULLO STATO DI ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA
NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE
(ai sensi dell'art. 2 della legge 10 giugno 1985
n. 284)

CONSIDERAZIONI GENERALI

La legge 10 giugno 1985 n. 284 autorizza il Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica a dare attuazione ad un programma pluriennale di ricerche scientifiche e tecnologiche in Antartide e ne affida la responsabilità all'ENEA d'intesa con il CNR per gli aspetti scientifici, con il concorso del Ministero della Difesa per gli aspetti logistici.

Il documento programmatico è stato sottoposto, secondo quanto previsto all'art. 2 della legge 284/85, all'esame del CIPE che lo ha approvato in data 3 luglio 1986.

Sulla base del programma di attività approvato dal CIPE sono state effettuate sei spedizioni annuali in territorio antartico nel periodo dell'estate australe, l'ultima delle quali nel periodo novembre 1990-febbraio 1991. A seguito del ritardo, collegato al blocco in conseguenza della "crisi del Golfo", che ha subito la presentazione del nuovo provvedimento legislativo per autorizzare lo prosecuzione delle attività in Antartide oltre il 31 dicembre 1991 - approvato in via definitiva dal Parlamento il 27 novembre 1991, legge n. 380- nell'estate australe 1991-92 è stato effettuato, ad integrazione del progetto esecutivo annuale 1990-1991, soltanto un "intervento essenziale" finalizzato ad assicurare la salvaguardia del patrimonio di strutture e di conoscenze scientifiche.

Il programma scientifico dell'intervento aveva come obiettivo: assicurare il funzionamento degli osservatori e la raccolta dei dati accumulati, mantenere le collaborazioni internazionali in atto, mantenimento dei campioni raccolti ed analisi di laboratorio in Italia. Prendendo in esame i singoli settori le azioni principali hanno riguardato:

Oceanografia

- recupero di un mareometro di fondo per esecuzione di verifiche e sua rimessa a mare
- completamento della campagna Magellano
- completamento delle analisi dei campioni prelevati nel corso delle precedenti spedizioni

Fisica dell'atmosfera

- manutenzione rete meteorologica e rimessa in funzione per un nuovo anno
- misure lidar presso la base statunitense di McMurdo per lo studio delle nubi stratosferiche polari
- misure di buco dell'ozono con spettrofotometro Brewer presso la base neozelandese di Scott
- taratura dello strumento lidar presso la base francese di Dumont d'Urville
- continuazione della campagna di misure con lidar a retrodiffusione elastica presso la base statunitense di Amundsen-Scott al Polo Sud

Cosmologia e Cosmogeofisica

- misure delle componenti submillimetriche ed infrarossa della radiazione cosmica di fondo con osservatorio OASI a Baia Terra Nova
- misure della radiazione fossile a 3°K presso la base statunitense di Amundsen-scott al polo Sud

Scienze della terra

- raccolta dati e riattivazione degli osservatori geofisici di Baia Terra Nova e delle reti clinometriche e sismiche
- completamento della campagna glaciologica nelle aree circostanti la base
- campagna aereomagnetica in collaborazione con ricercatori tedeschi
- misure geodetiche con GPS nel quadro del programma internazionale
- continuazione analisi dati geofisici raccolti dalla OGS-Explora (in collaborazione con russi e statunitensi)

- installazione di una stazione sismica a larga banda presso una base argentina nel quadro di un accordo di collaborazione con quel paese

Biologia

- manutenzione stazione limnologica di Baia Terra Nova e prosecuzione studi di ecologia

Telemedicina

- messa a punto apparato radiologia e sistema trasmissione dati a distanza

Impatto ambientale

- prosecuzione serie storiche di campionamenti e controllo impatto derivante dalla presenza umana

Nel campo dei servizi tecnico-scientifici comuni le azioni hanno riguardato:

- manutenzione e la rimessa in funzione degli strumenti per la raccolta dati in continuo durante l'inverno
- funzionamento centro di calcolo
- funzionamento stazione AVHRR per la raccolta dati sulla copertura del ghiaccio e delle nuvole
- ampliamento sistema di cogenerazione

Essendo venuta a mancare la disponibilità della nave cilena Abate Molina la parte oceanografica della campagna Magellano non è stata effettuata nei tempi previsti. Si è quindi deciso di rinviarla a data da destinarsi in funzione della disponibilità di un altro mezzo navale e delle instaurarsi delle necessarie condizioni di navigabilità nella zona interessata.

Per raggiungere la base di Baia Terra Nova, situata sulla costa del mare di Ross nel punto di coordinate 74°41'41" S e 164°07'23" E, dovendosi limitare l'impiego ad un solo mezzo si è data la preferenza al ricorso al mezzo navale rispetto a quello aereo in considerazione della maggiore garanzia di affidabilità generale, la nave utilizzata è stata la M/N Italice attrezzata con due elicotteri. Le operazioni in territorio antartico sono iniziate il 17 dicembre e si sono concluse il 20 gennaio 1992 con la partenza della nave Italice da Baia Terra Nova

Alle attività hanno preso parte complessivamente 76 unità di personale così ripartite:

Università	18
CNR	13
ENEA	21
DIFESA	5
Altri enti	8
Ricercatosi stranieri	2
Snamprogetti	3
Elicotteristi NZ	4
RAI	2

SITUAZIONE FINANZIARIA

Nel programma esecutivo annuale 1990-91 era stato previsto un accantonamento, come fondo di riserva, di una cifra di 4,3 miliardi di lire per la copertura dei costi di un eventuale "intervento essenziale alla base nell'estate antartica 1991-1992 per assicurare la continuità del funzionamento degli osservatori scientifici, nel caso della ritardata approvazione della nuova legge e quindi in mancanza di nuove risorse finanziarie". Avendo altresì l'ENEA verificato l'esistenza di ulteriori disponibilità finanziarie, pari a 4,220 miliardi di lire, a seguito di riaccertamento delle cifre effettivamente impegnate o ancora da impegnare a completamento delle attività programmatiche già approvate, è stato possibile determinare in 8,520 miliardi di lire la disponibilità complessiva da destinare alle azioni contenute nel documento "Integrazione al progetto esecutivo annuale 1990-91".

Nella tabella è riportata la ripartizione delle spese sostenute per l'intervento 1991-92 insieme con il riepilogo generale per tutto il periodo 1985-1991.

SITUAZIONE FINANZIARIA AL 31 APRILE 1992
(milioni di lire)

OBIETTIVI PROGRAMMATICI	INTEGRAZIONE 1991	TOTALE 85/91
LOGISTICA		
mezzi navali	2.615	47.980
mezzi aerei	700	9.250
mezzi da trasporto e di lavoro	110	5.775
attrezzature base ed equipaggiamenti	290	6.270
Trasporti-assicurazioni e oneri finanziari	365	7.175
comunicazioni	220	2.350
informazione e diffusione immagine	350	2.245
materiale consumo e combustibile	230	6.275
azioni di supporto	265	4.005
TOTALE LOGISTICA	5.145	91.325
PERSONALE		
indennità e missioni	1.115	21.315
assicurazioni	185	800
TOTALE PERSONALE	1.300	22.115
BASE	500	21.055
PROGRAMMI RICERCA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA		
attività comuni e apparecchiature		1.130
oceanografia	405	24.270
fisica dell'atmosfera	95	11.905
cosmologia e cosmogeofisica	110	2.365
scienze della terra	280	16.115
biologia e medicina	120	7.860
impatto ambientale	85	6.130
tecnologia-supporti informatici	10	2.335
Geofisica marina e pr. Magellano	495	15.945
TOTALE PROGRAMMI RICERCA	1.600	88.055
SERVIZI TECNICO-SCIENTIFICI COMUNI	430	1.065
TOTALE GENERALE	8.975	223.615

Alla data del 31 aprile 1992, secondo quanto comunicato dall'ENEA erano in corso di assunzione, a fronte di attività già approvate, impegni di spesa per complessivi 6,993 miliardi di lire così ripartiti:

- attività afferenti la logistica e il personale	1,394 Mld
- programmi di ricerca scientifica (*)	1,747 Mld
- programmi di ricerca tecnologica	3,852 Mld

(*) comprensivi di 300 milioni di lire per il progetto Magellano

Ne risulta una disponibilità residua sui fondi della legge 284/85 di 1,920 Mld con conseguente maggiore disponibilità per i programmi che saranno avviati ai sensi della nuova legge 380/91.

ATTIVITA' SCIENTIFICHE E LOGISTICHE

In considerazione del fatto che con l'intervento essenziale effettuato nel corso dell'estate australe 1991-1992 si è completato il primo programma pluriennale finanziato con i fondi della legge 284/85, pari a 230 miliardi di lire si ritiene utile ed opportuno inserire a completamento della relazione in luogo di una descrizione delle azioni di chiusura, che di per se stesse non hanno particolare rilevanza, una presentazione in forma sintetica dei risultati più significati raggiunti nei singoli settori scientifici e per quanto attiene gli aspetti della logistica e delle infrastrutture nell'arco dell'intero primo programma pluriennale di attività nazionali in Antartide.

Sulle nuove attività avviate a seguito della approvazione della legge 27 novembre 1991 n.380 si riferirà con la relazione che sarà presentata nel luglio del 1993.

PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE
1985-1991

ATTIVITA' SCIENTIFICO-TECNOLOGICHE E DI SUPPORTO LOGISTICO

COSMOLOGIA E COSMOGEOFISICA

Il programma di cosmologia e cosmofisica si è articolato in tre diverse attività:

- 1) Progetto OASI (Osservatorio Astronomico Submillimetrico e Infrarosso)
- 2) Misure dello spettro della radiazione di fondo
- 3) Studio delle oscillazioni solari.

Il progetto OASI, sviluppato da un gruppo dell'Università di Roma "La Sapienza", è stato il primo a partire, poichè sin dall'inizio dell'attività in Antartide è stato avviato un programma di osservazioni astronomiche nella regione dello spettro elettromagnetico infrarosso e submillimetrico. L'Atmosfera antartica, infatti, risulta essere ben trasparente nelle regioni spettrali sopra indicate e l'Antartide, quindi, rappresenta un sito ideale per quel tipo di rilevamenti. Obiettivo scientifico della ricerca è lo studio dei processi di formazione delle galassie mediante l'analisi della anisotropia della radiazione cosmica di fondo.

Operativamente si è proceduto inizialmente ad una serie di misure per determinare quantitativamente la trasparenza atmosferica e il rumore di fondo della radiazione nella zona di Terra Nova Bay. Terminato questo lavoro preliminare si è realizzato l'Osservatorio astronomico che oltre ai locali per laboratori e il Centro Calcolo comprende due diversi strumenti di osservazione. Il primo è un telescopio tipo Cassegrain con specchio da 260 cm di diametro alloggiato in cupola e munito di sistema di puntamento guidato da computer; il secondo è un telescopio con montatura basculante e specchio di 150 cm di diametro.

Oltre alle realizzazioni tecniche, importanti risultati sono stati ottenuti nell'ambito più propriamente scientifico. E' stato rilevato, infatti, per la prima volta al mondo, un eccesso di emissione submillimetrica da parte della Galassia e delle Nubi di Magellano e questo implica la presenza nello spazio intergalattico di polvere fredda, di cui occorrerà tener conto nello sviluppo delle future osservazioni.

Accanto all'attività nella base italiana è stata poi avviata da parte di una unità operativa dell'Università di Milano, in collaborazione con il Lawrence Barkley Lab. dell'Università di California, un'altra ricerca finalizzata alla rilevazione dello spettro della radiazione cosmica di fondo per ottenere informazioni sui processi energetici associati alle origini dell'Universo. La metodologia seguita è basata sull'uso di cinque radiometri operanti a frequenze diverse, in modo da rilevare punti diversi dello spettro. Le prime misure sono state eseguite nella base di South Pole (USA) nel periodo 6-11-89/2-1-90 e saranno

ripetute in futuro sempre in collaborazione con il gruppo statunitense. I risultati ottenuti, infatti, anche se di estremo interesse - basta citare al riguardo la misura di radiazione fossile a 0.82 GHz che sono le prime assolute a livello mondiale - non consentono di trarre conclusioni definitive sulla presenza di eventuali distorsioni nello spettro della radiazione e necessitano quindi di ulteriori verifiche.

La terza attività ha riguardato, invece, la fisica solare e nasce anch'essa da una collaborazione esistente con alcuni gruppi statunitensi. Obiettivo della ricerca è lo studio delle proprietà dell'interno del Sole attraverso la misura e l'analisi dei suoi modi propri di oscillazione. La scelta dell'Antartide è dettata dal fatto che le osservazioni sono tanto più significativa quanto più lunga e la durata e quanto più ridotte sono le interruzioni giorno-notte. Lo strumento, adottato anche da altri gruppi a livello internazionale, il filtro magneto ottico, è stato sviluppato a Roma e attualmente ne esistono due esemplari di cui uno funzionante presso il Jet Propulsion Lab di Pasadena e l'altro in fase di calibrazione a Roma presso l'Università "La Sapienza".

FISICA DELL'ATMOSFERA

Nel settore della Fisica dell'Atmosfera le ricerche si sono sviluppate tenendo presenti due diverse esigenze: la prima di carattere operativo è stata quella di pervenire il più rapidamente possibile ad una soddisfacente descrizione delle condizioni meteorologiche del sito dove sarebbe sorta la base italiana. La seconda è stata quella di porre il nostro Paese nel filone degli studi correnti e attuali a livello internazionale, sulla atmosfera antartica. Si è così delineato un programma di ricerche articolato su due grossi capitoli che hanno come campo di indagine, rispettivamente, la troposfera e la stratosfera dell'Antartide.

I lavori sulla troposfera hanno avuto come punto d'avvio la realizzazione di una rete di stazioni meteorologiche a cura dell'ENEA e del CNR. In particolare il CNR ha installato quattro stazioni automatiche in modo da coprire l'area più prossima alla base italiana, mentre l'ENEA con i suoi osservatori copre una estensione più ampia in grado di fornire informazioni per analisi a mesoscala. Le reti sono costituite da stazioni automatiche che raccolgono i dati per tutto l'anno e li trasmettono in Italia via satellite. Nel periodo di campagna queste misure sono integrate con i sondaggi in quota che forniscono informazioni sulla struttura verticale dell'atmosfera. Il sistema è ormai operativo e l'Organizzazione Meteorologica Mondiale ha richiesto che i dati italiani siano inseriti nel circuito mondiale di informazioni (GTS). Attorno a questo nucleo principale di attività sono state sviluppate altre ricerche che hanno riguardato la composizione degli aerosol atmosferici, la presenza e la concentrazione di costituenti minori, le misure del campo radiativo e il calcolo dei bilanci energetici all'interfaccia aria-suolo, che sono di estremo interesse per la microclimatologia.

Gli studi sullo strato limite sono poi stati completati con ricerche condotte mediante tecniche di sondaggio acustico. A questo riguardo va ricordato che un Sodar triassiale è stato installato in due successive campagne sia presso la base che sul Ghiacciaio Nansen fornendo importanti informazioni sulla turbolenza, i moti convettivi e la dinamica dei venti catabatici. Contemporaneamente è stata avviata in Italia la realizzazione di un altro sistema di telesondaggio verticale (RASS), che è attualmente in fase di calibrazione presso la stazione alpina del Plateau Rosà. I dati meteorologici fanno da riferimento anche alle misure di ozono eseguite con tecniche di spettrofotometria (Brewer). I risultati ottenuti con questo apparato sono stati soddisfacenti così che è stato possibile avviare un programma in comune con la Nuova Zelanda, che ha ospitato il Brewer presso la base di Scott eseguendo misure in parallelo anche con uno strumento di tipo Dobson. Va rilevato che le misure di contenuto colonnare di ozono sono importanti per analizzare il fenomeno della deplezione tanto che è in fase di realizzazione una rete di strumenti di questo tipo per coprire l'intera regione antartica.

Oltre che col Brewer la presenza di costituenti minori è stata effettuata con spettrofotometri di tipo Gascode, mentre con radiometri e pireliometri è stata misurata la torbidità dell'aria. Le ricerche in meteorologia sono state completate poi con osservazioni sui sistemi nuvolosi eseguiti con tecniche Lidar nel quadro del programma internazionale ECLIPS (Experimental Clouds Lidar Pilot Study).

Per quanto concerne la stratosfera l'impegno maggiore si è concentrato sugli studi relativi al problema della deplezione dell'ozono. Due gruppi di Roma e Firenze hanno avviato ricerche con tecniche Lidar lavorando in collaborazione rispettivamente con gruppi statunitensi e francesi. In particolare il gruppo di Roma ha installato il suo sistema presso la base di South-Pole (USA), mentre quello fiorentino, dopo un periodo di lavoro presso Terra Nova Bay, ha effettuato i rilevamenti dalla base di Dumond d'Urville (Francia). I risultati ottenuti sono stati molto soddisfacenti ed anche a livello internazionale sono venuti significativi riconoscimenti con l'inserimento del gruppo di Firenze nel "Network for detecting stratospheric changes" che prevede la realizzazione di una rete di Lidar per studiare le proprietà chimicofisiche della stratosfera. A questo nucleo centrale di attività si è aggiunta più recentemente una iniziativa per lo studio delle morfologie dei cristalli di ghiaccio nelle nubi stratosferiche polari, che sembrano svolgere un ruolo importante nel catalizzare le reazioni chimiche che portano alla riduzione dell'ozono.

Per completare il quadro delle attività sperimentali occorre anche menzionare due esperimenti, uno riguardante la osservazione delle aurore polari mediante una "all-sky camera" con rilevatore CCD e l'altro finalizzato invece allo studio della densità elettronica della ionosfera ad alte latitudini geomagnetiche. Questo esperimento ha anche una ricaduta immediata poichè è finalizzato ad una migliore comprensione della propagazione delle onde elettromagnetiche nella regione antartica.

Infine occorre ricordare anche le attività teoriche-modellistiche che si sono sviluppate, con finanziamento limitato, a supporto delle ricerche sperimentali. Queste attività hanno riguardato per la bassa atmosfera lo sviluppo di modelli dinamici descrittivi della circolazione a scala sinottica e meso (ciclogenese e venti catabatici) mentre per la stratosfera i modelli hanno riguardato la chimica e la dinamica al fine di simulare meglio il fenomeno della deplezione dell'ozono.

SCIENZE DELLA TERRA E MATERIE PRIME

Con l'attivazione del Programma Nazionale di Ricerca in Antartide la comunità scientifica nazionale e quella geologica, in particolare, hanno risposto con entusiasmo partecipando alla formulazione e alla realizzazione di programmi scientifici "finalizzati" alle vocazioni e alla natura del territorio. D'altra parte la posizione geografica e le caratteristiche complessive del "continente di ghiaccio" non potevano non suscitare gli interessi degli studiosi di Scienze della Terra, in analogia con quanto è avvenuto negli altri paesi con una consolidata tradizione di ricerca antartica. Sotto la spessa coltre di ghiacci in Antartide sono preservate molte tappe della storia della Terra che da oltre 2500 milioni di anni giungono fino al presente.

In Antartide vengono classicamente distinte due province geologiche:

- l'Antartide orientale, un cratone stabile costituito essenzialmente da rocce magmatiche e metamorfiche antiche, del Proterozoico, (600-2500 milioni di anni) e in parte Archeano (>2500 milioni di anni), limitato dalle profonde insenature del mare di Ross e di Weddell al cui margine si sviluppa l'orogene di Ross (Paleozoico);
- l'Antartide occidentale, costituita da rocce più recenti, anch'esse deformate, metamorfosate, intruse da plutoniti e la cui distribuzione spazio-temporale consente di tracciare due cinture orogeniche sub-parallele al margine pacifico: l'orogene di Ellsworth (tardo-paleozoico-mesozoico), l'orogene andino (mesozoico-cenozoico).

La situazione geografica che si osserva attualmente, con l'Antartide in posizione polare, isolata e coperta di ghiacci, non è sempre stata così, ma è mutata nel tempo come conseguenza di una lunga e complessa evoluzione geologica che almeno in parte è ancora da decifrare e ricostruire. Sino al Giurassico (150 milioni di anni fa) l'Antartide occupava latitudini circa tropicali e faceva parte del supercontinente di Gondwana che includeva anche Sud America, Africa, Arabia, Madagascar, Ceylon, India, Australia e Nuova Zelanda. La frammentazione del Gondwana, la dispersione dei vari blocchi continentali, la deriva del continente antartico verso latitudini polari, il suo isolamento sono, nella scala dei tempi geologici, storia relativamente recente.

Gli interessi dei ricercatori del settore di Scienze della Terra sono stati canalizzati in sei linee di ricerca di ampio respiro:

- 1) Geologia regionale, Tettonica, Stratigrafia, Cartografia geologica e Telerilevamento
- 2) Petrologia, Geochimica e Metallogenese del basamento igneo e, metamorfico
- 3) Vulcanologia e Geotermia
- 4) Geomorfologia, Glaciologia e Paleoclimatologia
- 5) Geomagnetismo e Gravimetria
- 6) Osservatori geofisici

L'attività di ricerca non si esaurisce nelle spedizioni: circa 150 ricercatori delle Università, del C.N.R., dell'ENEA, dell'ING sono impegnati in Italia nello studio del materiale e dei dati raccolti in Antartide.

I campioni geologici raccolti dalle varie spedizioni sono custoditi nella Petroteca Antartica costituita presso l'Università di Siena. Presso i Dipartimenti di Scienze della Terra di Pisa e di Siena si stanno allestendo le Banche dei dati geologici, petrologici e geochimici.

L'area investigata dalle spedizioni italiane in Antartide è situata lungo la costa del Mare di Ross nel settore centro settentrionale della Terra Vittoria e fa parte della Catena Transantartica che, per una lunghezza di circa 3500 Km attraversa l'intero continente.

In questa regione sono conservate importanti testimonianze delle vicissitudini geologiche dell'Antartide che risalgono indietro nel tempo al Paleozoico inferiore (500-600 milioni di anni) e forse anche al Proterozoico. Inoltre la Terra Vittoria settentrionale occupa una posizione cruciale in alcuni dei nodi del "puzzle" gondwaniano ed in particolare nella giuntura tra Antartide, Australia, Tasmania e Nuova Zelanda.

Le ricerche geologiche italiane oltre che costituire un contributo alla conoscenza della geologia regionale tendono ad una più approfondita definizione della storia dell'intero Gondwana.

La porzione più antica della Terra Vittoria è rappresentata da un basamento cristallino costituito da tre "Terranes": Wilson, Bowers e Robertson Bay, originatisi in domini paleogeografici diversi tra il tardo Proterozoico e il Paleozoico inferiore e caratterizzati da differenti evoluzioni tettoniche, metamorfiche e magmatiche. Questo basamento, che fa parte integrante dell'orogene di Ross, trova corrispondenza in analoghi complessi cristallini della Tasmania e dell'Australia.

Successivamente all'orogenesi di Ross, il basamento viene eroso e peneplanato; a partire dal Permiano (circa 270 milioni di anni) il basamento viene ricoperto dalla sequenza gondwaniana dei sedimenti continentali del Beacon Supergroup e da enormi espandimenti lavici e sills basaltici (Ferrar Supergroup) di età giurassica (200-150 milioni di anni). Questi ultimi, diffusi anche in Brasile e in Sud Africa, sono da mettere in relazione con l'inizio della frammentazione del Gondwana.

C'è a questo punto un blackout nella "registrazione" geologica. Nessun evento importante e infatti documentato nella Terra Vittoria sin a circa 25 milioni di anni fa, quando in relazione alla formazione della Catena Transantartica e del Mare di Ross la porzione costiera viene interessata da una importante attività vulcanica (McMurdo Volcanics) che si protrae sino a tempi attuali (Mt. Erebus, Mt. Melbourne).

Nel frattempo l'Antartide nel suo moto di deriva aveva già aggiunto una posizione polare, ma è soltanto nel Terziario medio (15-10 milioni di anni) a seguito della separazione del Sud America dalla Penisola Antartica che si raggiunge il completo isolamento, con lo sviluppo della corrente circumpolare antartica e della calotta glaciale che attualmente concentra il 75% del ghiaccio del pianeta.

Le Scienze della Terra nelle spedizioni

L'attività scientifica nel settore Scienze della Terra e Materie Prime è iniziata sin dalla prima spedizione del 1985-86.

A questa spedizione hanno partecipato 7 ricercatori (2 geologi esperti di rilevamento strutturale, 1 geologo esperto di petrologia dei terreni cristallini, 1 vulcanologo, n 1 geomorfologo-glaciologo, 2 geofisici esperti di geomagnetismo).

Alla spedizione 1986-87 hanno partecipato 8 ricercatori (2 geologi esperti di rilevamento strutturale, 1 geologo esperto di telerilevamento, 1 geologo esperto di petrologia dei terreni cristallini, 2 geomorfologi-glaciologi, 2 geofisici esperti di geomagnetismo).

Alla spedizione 1987-88 hanno partecipato 9 ricercatori (2 geologi esperti di rilevamento strutturale, 1 geologo esperto di Petrologia ignea, 1 geologo esperto di giacimenti minerali, 1 vulcanologo, 1 geomorfologo, 1 glaciologo, 2 geofisici esperti di geomagnetismo).

Alla spedizione 1988-89 hanno partecipato 28 ricercatori (3 geologi esperti di rilevamento strutturale, 1 geologo esperto di stratigrafia, 6 geologi esperti di petrologia, 4 vulcanologi (inclusi 2 esperti di vulcanologia fisica), 2 geotermici, 4 glaciologi (inclusi 2 esperti di geofisica del ghiaccio), 2 geomorfologi, 2 geofisici esperti di gravimetria e geomagnetismo, 2 geofisici esperti di sismologia, 2 topografi-geodeti).

Alla spedizione 1989-90 hanno partecipato 14 ricercatori (3 geologi esperti di rilevamento strutturale, 2 vulcanologi esperti di fisica dei vulcani, 1 geomorfologo, 1 glaciologo, 2 geofisici esperti di geomagnetismo, 2 geofisici esperti di sismologia, 3 topografi-geodeti).

Alla spedizione 1990-91 hanno partecipato 23 ricercatori (4 geologi, 3 vulcanologi, 4 topografi-geodeti, 6 geofisici esperti di gravimetria, geomagnetismo, 1 geofisico esperto di sismologia, 2 geomorfologi, 3 geologi esperti di meteoriti).

Laboratori presso la base

Presso la base di Terra Nova Bay oltre agli osservatori vulcanologici e geofisici sono stati installati alcuni laboratori dedicati alle Scienze della Terra:

- laboratorio per carteggio, studio foto aeree, studio petrografico;
- laboratorio per la preparazione di sezioni sottili di roccia.

Campi remoti

Una delle esperienze più significative effettuate dal Settore di Scienze della Terra è stata sicuramente quella del Campo Marinella, installato nel corso della spedizione 1988-89, ad una quota di 1000 m s.l.m sul No Ridge, nel Mountaineer Range nordorientale (circa 180 Km dalla base). L'idea del campo è nata in Italia per consentire una efficace attività di terreno nella parte nordorientale della Terra Vittoria.

L'installazione del campo ha richiesto un importante impegno organizzativo: due tende di grandi dimensioni, una adibita a deposito, l'altra a mensa-cucina, un prefabbricato in vetroresina adibito a studio, tende piramidali. Il campo ha ospitato quotidianamente sino a 18-20 persone nel corso della IV° spedizione e fino a 10 nel corso della V°.

Al Campo Marinella si sono verificate le condizioni per sfruttare al meglio la disponibilità di elicotteri, guide e piloti, in quanto è stato possibile sperimentare, con risultati positivi, nelle giornate di bel tempo, un'attività scientifica continua nell'arco delle ventiquattr'ore.

Dal campo è stato possibile raggiungere ed esplorare località come il Salamander Range e cape Adare, distanti oltre 400 Km dalla base.

Il prefabbricato, attrezzato di combustibile, viveri, tende e materiale da campo, è stato lasciato in loco al No Ridge (167°00'E, 73° 29' S) quale base di partenza per futuri campi e ricovero d'emergenza, ad esso è stato assegnato il nome di "Marinella Shelter".

Attività e risultati

Come già detto le ricerche hanno riguardato sia attività di "esplorazione" geologica, petrologica, vulcanologica, glaciologico-geomorfologica e geofisica di porzioni della Terra Vittoria centro-settentrionale, sia attività di "osservatorio" geomagnetico, sismologico e vulcanologico.

Nel corso delle prime tre spedizioni è stata esplorata geologicamente, a partire dalla base di Terra Nova Bay (con motoslitte ed elicotteri) la fascia costiera tra il David ed il Mariner Glaciers.

Nel corso delle ultime spedizioni, a partire dal campo Marinella, è stato possibile anche visitare e studiare una vasta area della Terra Vittoria settentrionale che include il Salamander Range, sul plateau polare, e Cape Adare, sull'Oceano Pacifico.

1) Ricerche di Geologia Regionale, Tettonica, Stratigrafia e Telerilevamento.

Queste ricerche, che riguardano la storia geologica antica della Terra Vittoria, cioè risalenti a più di 400 milioni di anni fa, hanno messo in evidenza che l'evoluzione geologica di questa porzione della Catena Transantartica è più complessa di quanto sinora riconosciuto.

In particolare è adesso accertato:

- che nel corso della orogenesi di Ross (circa 500 milioni di anni fa) sono state coinvolte anche porzioni del cratone est antartico (antico sino a più di 2500 milioni di anni fa), come indicato dal ritrovamento di rocce granulitiche, rocce che si ritiene costituiscano la porzione medio-bassa della crosta continentale;
- che l'orogenesi di Ross si è realizzata nel corso di più fasi deformative che hanno coinvolto sia una copertura sedimentaria e vulcanica, sia un basamento polimetamorfico;
- che nell'ambito del vasto complesso di rocce intrusive cambro-ordoviciane (500-450 milioni di anni fa) sono presenti "associazioni" di plutoniti distinguibili sia per affinità petrologica e ambiente geodinamico di formazione sia per età di messa in posto;
- che nel processo di collisione e saldatura dei tre "Terranes" che costituiscono il basamento della catena Transantartica, è stata implicata anche della crosta oceanica, come indicato dalla natura litologica e dal tipo di metamorfismo riconosciuto nella Dessent Unit, interposta tra Wilson e Bowers Terranes.

Questi risultati sono stati sinteticamente rappresentati nella carta geologica 1:500.000 dell'area tra i Ghiacciai David e Mariner.

2) Ricerche di Petrologia, Geochimica e Metallogenese sul basamento igneo e metamorfico.

Queste ricerche sono state svolte sul terreno (in stretta collaborazione con la linea 1), e nei laboratori italiani dove i campioni raccolti sono stati accuratamente studiati dal punto di vista petrologico, mineralogico e geochimico.

Gli studi hanno consentito di riconoscere il carattere di bassa pressione del metamorfismo che ha interessato il Wilson Terrane nel corso dell'orogenesi di Ross, e la natura polimetamorfica delle rocce granulitiche.

Sono state stimate pressione e temperatura di formazione di varie rocce metamorfiche: 650°-750 °C e 4-6 Kbars per gneiss, quarziti e migmatiti; 700°-800°C e 5-7 Kbars per le rocce granulitiche. Nell'ambito del vasto complesso plutonico (Granite Harbour Intrusives) sono state distinte tre diverse "suites":

- una "suite" di tonaliti-graniodioriti-monzograniti, da sin a tardo tettonica formati ad un margine continentale in compressione
- una "suite" di sieno-monzograniti, anch'essa da sin a tardo tettonica, di origine crostale
- una "suite" di sieno-monzograniti potassici da tardo a post tettonica, che chiude il ciclo intrusivo cambro-ordoviciano.

Mediante analisi radiometriche sono state determinate le età di raffreddamento di diverse intrusioni dei Granite Harbour Intrusives che risultano comprese tra 500 e 450 milioni di anni.

E' stata inoltre eseguita una vasta campionatura dei diversi tipi litologici con le finalità di individuare eventuali concentrazioni utili di minerali metallici.

3) Ricerche di Vulcanologia e geotermia

Queste ricerche hanno riguardato le rocce ignee del Ferrar Supergroup, di età giurassica e le vulcaniti più recenti di età da cenozoica ad attuale (McMurdo Volcanics). Le prime sono legate alle fasi iniziali della frammentazione del Gondwana, mentre le seconde sono da mettere in relazione con fasi di tettonica distensiva che hanno portato al sollevamento della catena Transantartica e alla formazione del Mare di Ross. Il vulcanismo più recente si è manifestato a più riprese e ha generato edifici vulcanici importanti come il Mt. Overlord e il Mt. Melbourne. Quest'ultimo da considerarsi ancora attivo, anche se quiescente.

Durante le ultime spedizioni sono iniziate ricerche tendenti ad ottenere una prima valutazione delle potenzialità geotermiche dell'area del Mt. Melbourne.

Intorno a questo edificio vulcanico è stata installata una rete di stazioni clinometriche, una rete di stazioni sismiche a breve periodo collegate in teletrasmissione con la base e una rete di capisaldi geodetici. Tutto ciò al fine di valutare le deformazioni del suolo determinate dalla eventuale dinamica interna del vulcano (si tratta di un vero e proprio Osservatorio Vulcanologico).

4) Ricerche di Geomorfologia, Glaciologia e Paleoclimatologia

Le ricerche sui ghiacciai dell'area di Terra Nova Bay oltre a tendere a chiarire problematiche geomorfologiche e glaciologiche locali, si inseriscono nella cornice internazionale di ricerche tendenti a valutare il comportamento della calotta antartica a seguito di variazioni climatiche e/o ambientali.

Tali ricerche hanno preso avvio sin dalla prima spedizione e sono proseguite con continuità sino all'ultima spedizione. A partire dalla base di Terra Nova Bay sono state esplorate vaste aree che vanno dal David Glacier, al plateau polare, all'Aviator Glacier. Le ricerche hanno consentito di ricostruire la storia glaciale dell'area degli ultimi 20.000 anni, successivamente cioè all'ultima glaciazione, caratterizzata dal succedersi di fasi di importante ritiro e di modesta avanzata.

Misure sistematiche su alcuni ghiacciai costieri hanno evidenziato è attualmente in corso un lieve regresso, in accordo con la tendenza al ritiro delle piattaforme galleggianti. Nell'ambito di questa linea di ricerca è stata predisposta la carta geomorfologica dell'area circostante a Terra Nova Bay.

Per quanto concerne le ricerche paleoclimatiche e paleoambientali le indagini di geochimica isotopica su ghiaccio e su resti organici hanno fornito dati preliminari per la caratterizzazione dei diversi tipi di ghiaccio (ghiaccio olocenico, ghiaccio "fossile" pleistocenico, ghiaccio marino, ghiaccio lacustre) e per la valutazione dell'evoluzione del segnale isotopico in successioni o in campioni datati.

5) Esplorazione geofisica

In una regione così ampiamente coperta dai ghiacci, importanti informazioni sulla natura e caratteristiche del substrato roccioso possono derivare anche e a volte solamente, da prospezioni indirette come quelle geofisiche.

In questo spirito, nel corso delle varie spedizioni, parallelamente alla esplorazione geologica, vulcanologica e geomorfologico-glaciologica del territorio di Terra Nova Bay sono stati eseguiti rilevamenti geomagnetici su profili orientati ortogonalmente agli assi strutturali della Catena Transantartica.

Nel corso delle ultime spedizioni sono stati iniziati rilevamenti gravimetrici, anche questi tendenti ad evidenziare eventuali "anomalie" sepolte di significato regionale; sono stati inoltre intrapresi studi di geofisica del ghiaccio, usando metodi radar e sismici, tendenti a valutarne le caratteristiche interne.

Questi risultati sono compendati nella carta delle anomalie magnetiche della parte centrale della Terra Vittoria dalla quale emergono due alti magnetici, uno dovuto alle vulcaniti giurassiche del Gruppo del Ferrar e uno più superficiale che è da mettere in relazione ad affioramenti di vulcaniti del Gruppo di McMurdo.

6) Osservatori geofisici

Oltre al già citato osservatorio vulcanologico del Mt. Melbourne, presso la stazione di Terra Nova Bay sono stati installati altri due osservatori permanenti:

- l'osservatorio geomagnetico, ricavato in un contenitore amagnetico, costituito da un magnetometro fluxgate, un magnetometro a precessione di protoni e altri strumenti assoluti in grado di registrare le variazioni del campo geomagnetico nelle sue tre componenti;
- l'osservatorio sismologico installato in una galleria appositamente scavata nel granito del Mt. Abbott, è costituito da una sofisticata stazione a larga banda in grado di registrare tutto lo spettro del segnale sismico e che potrà consentire lo studio della sismica planetaria e della struttura profonda terrestre oltre che della sismicità locale.

Si tratta di una delle pochissime stazioni installate nell'emisfero australe e dell'unica stazione a larga banda installata in Antartide.

Risultati preliminari indicano che l'area di Terra Nova Bay è interessata esclusivamente da sismicità locale legata all'attività del vulcano Melbourne non essendosi manifestate evidenze di attività sismica di tipo tettonico.

Meeting congressi workshops

I ricercatori del settore hanno organizzato tre meetings a Siena (2-3 settembre 1987; 27-28 settembre 1988; 4-6 ottobre 1989) ai quali hanno preso parte anche studiosi di altre nazioni che svolgono ricerche di Scienze della Terra nella Terra Vittoria: USA, Nuova Zelanda, Australia, Germania, Belgio.

I proceedings dei primi due meetings sono stati pubblicati come special issues delle Memorie della Società Geologica Italiana. Gli articoli relativi al terzo sono in corso di revisione da parte di referees.

Sono stati altresì presentate comunicazioni a congressi nazionali e internazionali quali: V Antarctic Earth Science Symposium, Cambridge 1987; IUGG Symposia, Vancouver 1987 e Exeder (UK) 1989; 7° Gondwana Symposium, San Paulo 1988; International Geological Congress, Washington, 1989.

Alcune comunicazioni sono entrate a far parte dei proceedings di detti congressi internazionali.

I ricercatori delle varie linee di ricerca organizzano periodicamente (1-2 volte l'anno) workshops tematici dedicati a comunicazioni informali, discussioni e programmazione delle attività future.

Collaborazioni internazionali

I ricercatori del settore hanno intrapreso collaborazioni con gruppi di ricerca di altre nazioni (USA, Nuova Zelanda, Australia, Germania, Belgio) e che riguardano sia peculiari aspetti della geologia della Terra Vittoria come problemi di rilevanza continentale e planetaria, tra cui:

- studi sui meccanismi di sutura e amalgamazione dei principali Terranes della Terra Vittoria
- studi sulla natura e sulla evoluzione della litosfera della regione del Mare di Ross
- studi sulla ricostruzione ed evoluzione del supercontinente di Gondwana
- studi delle modificazioni delle condizioni climatiche e ambientali negli ultimi 20 milioni di anni nella cornice delle ricerche sul Global Change.

Espressione tangibile di queste collaborazioni internazionali tra l'altro è stata (e sarà) la presenza di ricercatori di Scienze della Terra di altre nazioni nelle spedizioni italiane (IV, V e VI) e di ricercatori italiani nelle spedizioni GANOVEX (V e VI).

GEOFISICA MARINA

Nel quadro delle attività di Scienze della Terra il settore della Geofisica Marina ha acquisito una collocazione autonoma in considerazione della sua specificità in quanto il previsto programma scientifico è stato affidato per l'esecuzione all'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (OGS).

Grazie anche all'affidamento dell'incarico di condurre una serie di campagne di ricerche geofisiche atte a ricostruire la storia geologica dell'Antartide l'OGS ha deciso nel di acquisire in proprietà una nave da ricerca di costruzione tedesca la Explora e con questa nave, ribattezzata OGS-Explora, che sono state effettuate le campagne annuali a partire da quella 1987-88.

La strumentazione per l'acquisizione dei dati, di cui è dotata l'OGS-Explora, comprende:

- sistema di navigazione
- gravimetro;
- magnetometro;
- sistema di energizzazione ad aria compressa per le misure di sismica;
- sistema di registrazione e controllo dei dati sismici.

Il sistema di navigazione consente di conoscere ad ogni istante il punto nave, di mantenere la nave lungo la rotta fissata, di comandare i sistemi di misurazione e di registrare i dati raccolti.

Il gravimetro consente la misura del campo di gravità, per ridurre l'effetto del movimento della nave è posto in prossimità del suo baricentro. La misura del campo di gravità consente di evidenziare le variazioni della densità della crosta terrestre.

Il magnetometro viene di regola rimorchiato ad una distanza di circa 250 metri dalla nave e quindi il suo impiego è fortemente condizionato dalle condizioni del mare. La misura del campo magnetico terrestre consente di evidenziare le anomalie sulla superficie terrestre legate alla presenza di rocce ignee all'interno della crosta.

Nelle misure di sismica a riflessione il dato raccolto è costituito dalla risposta degli strati superficiali della crosta terrestre ad una immissione di energia elastica la quale viene prodotta da un sistema di cannoni ad aria mediante i quali vengono rilasciate in acqua delle bolle d'aria ad alta pressione (140 Kg/cm²) la cui esplosione produce l'impulso necessario per generare le onde riflesse.

I segnali riflessi vengono registrati su una serie di 96 idrofoni posti all'interno di un cavo (cavo sismico "streamer") lungo 2400 m rimorchiato dalla nave. I dati raccolti dopo processo di filtraggio e amplificazione vengono digitalizzati, formattati e registrati a bordo della nave su nastro magnetico. L'analisi e la ricostruzione dei dati viene effettuata in laboratorio.

Nel corso della prima campagna 1987-88 sono state effettuate una serie di linee sismiche a riflessione e di una di esplorazione sismica profonda nel Mare di Ross con raccolta di dati gravimetrici e magnetometrici. Questi dati sono stati raccolti anche durante i viaggi di trasferimento.

Nel complesso sono stati raccolti 2.332 Km di dati sismici e 5.500 Km di dati gravimetrici e magnetometrici.

Il programma della campagna 1988-89 è stato suddiviso in due parti caratterizzate da diversi obiettivi scientifici:

- 1) programma nell'Oceano Pacifico Meridionale con l'obiettivo di indagare i rapporti strutturali esistenti tra le placche Antartica, Indiana e Pacifica nella zona compresa tra i paralleli 60° e 70° e i meridiani 150° e 180° comprensivo dello studio dell'assetto delle Isole Balleny
- 2) programma di infittimento dei profili geofisici esistenti nel Mare di Ross allo scopo di: migliorare la delimitazione geografica degli elementi strutturali già individuati e di correlare la loro evoluzione con la Catena Transantartica; ricostruire il modello crostale del Mare di Ross; investigare l'evoluzione della Scarpata Antartica e le sue relazioni con la piana oceanica.

Durante la prima parte della campagna sono state effettuate 12 linee sismiche, gravimetriche e magnetometriche per un totale di circa 2.789 Km. Nel corso della seconda parte sono state registrate 25 linee sismiche, gravimetriche e magnetometriche per complessivi 4.374 Km. Misure di gravità e magnetismo sono state effettuate anche durante i viaggi di trasferimento. Misure di sismica a rifrazione sono state effettuate mediante lancio di 21 sonde del tipo sonobuoys.

Il programma della campagna 1989-90 ha riguardato quattro aree:

- 1) Penisola Antartica, margine tra placca antartica e di Scotia e margine attivo delle Isole Adelaide
- 2) Mare di Bellinghausen e Amundsen
- 3) Oceano Pacifico sudoccidentale (punto triplo)
- 4) Mare di Ross

Durante la campagna sono stati registrati complessivamente 10.630 Km. di dati magnetici, 10.660 Km di dati gravimetrici e 8.765 Km di dati sismici. Per le misure di sismica a rifrazione sono state lanciate 31 boe.

Il programma scientifico della campagna 1990-91 ha riguardato le aree dell'Oceano pacifico sudoccidentale, del Mare di Ross e del Mare di Weddel. Durante la campagna le misure più propriamente di sismica sono state integrate con misure di meteorologia ed idrologia. Gli obiettivi scientifici erano:

- 1) Oceano Pacifico sudoccidentale: definire in dettaglio i rapporti strutturali e geodinamici tra le zolle antartica, pacifica ed australiana
- 2) Mare di Ross: individuare le condizioni termiche regionali per interpretare il regime tettonico attivo
- 3) Mare di Weddel: delimitazione strutturale dei limiti della microzolla South Orkney e dei confini tra la placca di Scotia, l'estremità nord della penisola antartica e il mare di Weddel.

Complessivamente sono stati registrati 5.877 Km di dati sismici multicanali oltre a 1.673 monocanale, 8.688 Km di dati gravimetrici e 6.168 Km di dati magnetometrici.

Le analisi preliminari sui dati raccolti, che si sono dimostrati essere di buona qualità, mettono in luce la complessità delle aree oggetto di indagine.

Nel corso del 1991 è stata avviata un programma di messa a punto di procedure avanzate di processing di dati sismici immagazzinati nel corso delle diverse spedizioni in collaborazione con ricercatori russi e statunitensi.

OCEANOGRAFIA FISICA, CHIMICA, BIOLOGICA

Nel primo quinquennio del Progetto Nazionale di Ricerche in Antartide, l'attività dell'Oceanografia fisica, chimica e biologica è iniziata con la spedizione 1986-87, in particolare con studi riguardanti l'idrologia, la mareografia e l'idrografia.

Uno studio complessivo di tutto il settore si è avuto con le due campagne oceanografiche svoltesi nel 1987-88, con la nave oceanografica Polar Queen, e nel 1989-90, con la nave Cariboo.

La Polar Queen un ex peschereccio artico, della Rieber era stato attrezzato con un verricello per carotaggi, un verricello drologico, uno per il SSS ed uno per la magnetometria.

Sono inoltre stati montati un laboratorio strumentazione nella struttura e quattro laboratori sul ponte e nella stiva. Una camera iperbarica a due posti era inoltre a disposizione del personale scientifico per eventuali necessità.

Nella stagione 1989-90 è stata scelta la nave Cariboo, di una società armatrice francese, tale nave è stata modificata aggiungendo un modulo contenente la parte abitativa ed otto laboratori di cui sei umidi e due strumentali. Inoltre sul ponte sono stati installati altri due laboratori: uno per la strumentazione del Bioness, un secondo sterile per la preparazione dei campioni per la determinazione dei metalli in traccia in acqua marina.

Sono stati montati sette verricelli: quattro della precedente spedizione revisionati e potenziati più altri tre di cui uno con cavo in kevlar.

Oltre alle necessarie apparecchiature di campionamento ed analisi è stata montata una sala di navigazione che, avvalendosi dei sistemi G.P.S. Omega Transit, era in grado di registrare la rotta e di fornire ai vari laboratori il punto nave in ogni momento.

In entrambe le campagne oceanografiche, accanto all'attività svolta a largo di Baia Terra Nova (Mare di Ross) e nell'Oceano Antartico, mediante le due navi oceanografiche, è stata studiata anche la zona costiera antistante la Base Italiana usufruendo delle sue strutture e dei mezzi nautici disponibili.

OCEANOGRAFIA FISICA

A partire dal 1986, sono state condotte, ricerche di oceanografia fisica e idrografia, allo scopo di investigare e caratterizzare i fenomeni marini tipici di diverse regioni polari e di definire la morfologia della platea subacquea di alcune aree costiere di particolare interesse scientifico.

Le ricerche hanno interessato l'area di Baia Terra Nova e zone marine adiacenti, l'area settentrionale del Mare di Ross e di alcuni settori dell'Oceano Antartico. In particolare, esse hanno riguardato i seguenti settori:

- idrologia;
- mareografia;
- correntometria;
- idrografia.

Idrologia

Le misure idrologiche sono state condotte nel corso della spedizione 1986-87 e delle campagne oceanografiche 1987-88 e 1989-90.

Durante la I° spedizione le misure hanno interessato due distinte aree: Gerlache Inlet e la zona di mare compresa tra la linea di costa (fino al parallelo 74°53' S e il meridiano 164°35' E.

Nel corso della campagna 1987-88 sono state effettuate misure e campionamenti in un'area compresa tra i paralleli 74°30' e 75°30' di lat. Sud e i meridiani 164°00' e 166°00' di long. Est e lungo una sezione orientata per Est-Ovest, fino a 120 miglia dalla costa. I temi di ricerca hanno riguardato l'idrologia costiera e i rapporti che legano le aree propriamente costiere con quelle al largo. Scopo delle misure è stato quello di definire le principali masse d'acqua presenti ed evidenziare l'influenza delle acque di diluizione e del riscaldamento estivo superficiale sulla struttura termalina.

La campagna oceanografica 1989-90, svolta in un quadro di ricerche

interdisciplinari a bordo della nave Cariboo, ha interessato un'area molto vasta che va dal Campbell Plateau, poco a sud della Nuova Zelanda, allo shelf del mare di Ross, comprendendo la zona a nord della convergenza antartica, la convergenza e divergenza antartica e la scarpata continentale.

Procedendo da nord verso sud è stato dapprima evidenziato un marcato fronte termoalino, sia in superficie che in profondità, caratteristico della zona di convergenza. A nord-ovest del mare di Ross, in corrispondenza della scarpata continentale, è stata evidenziata una risalita in superficie di Acqua Profonda Circumpolare Antartica (CDW) e di Acqua Profonda del Pacifico (PODW) e uno sprofondamento di Acqua Antartica Superficiale (ASW), che diventa poi Acqua Antartica di Fondo (ABW). Queste zone frontali particolarmente comuni sulle scarpate continentali, sono molto importanti in quanto aree di alta produttività primaria e di intensi scambi fra le diverse masse d'acqua e fra le acque di fondo e l'atmosfera.

La zona del mare di Ross, studiata con un transetto situato alla latitudine di Baia Terra Nova, risulta dominata da una massa d'acqua estremamente fredda e molto salata, con temperature fra -1.8 e -1.9 gradi e salinità superiori a 34.8° . Tale massa d'acqua è molto probabilmente quella che esce da sotto il Ross Ice Shelf, che poi, superata la scarpata continentale, va a formare le acque di fondo del Pacifico. Nei primissimi strati è stata registrata la formazione di uno forte termocline, con una temperatura che passa da $+1.6$ a -1.7 gradi in soli 10 metri.

Mareografia

Fin dal 1986 e annualmente, pur limitatamente al solo periodo estivo, vengono effettuate serie di registrazioni del livello del mare allo scopo di acquisire dati sulle caratteristiche della marea locale, la cui conoscenza è anche di aiuto ad altre specifiche attività di ricerche riguardanti la morfologia di spiagge e litorali, alla correzione dei fondali misurati nel corso di rilievi batimetrici ed alla previsione del livello marino.

Correntometria

Misure di corrente, ricavate sia a mezzo di profilatori acustici a effetto Doppler che di sonde a perdere, sono state effettuate negli anni 1987-88 e 1989-90.

Nella campagna 1987-88 sono stati ormeggiati sul fondo di Baia Terra Nova 4 profilatori acustici sistemati in modo da fornire informazioni sulle correnti costiere e quelle al largo. Nel corso della campagna 1989-90, le misure di corrente sono state effettuate in due distinte aree:

- Baia Terra Nova
- Oceano Antartico.

Nella prima, sono stati posizionati 6 profilatori acustici ricavando misure, per la durata di circa 30 giorni. Nell'Oceano Antartico, la determinazione del profilo verticale della corrente (direzione e velocità) è stata eseguita mediante misure da nave, con lanci di sonde a perdere.

Idrografia

L'attività idrografica si è svolta negli anni 1986-87, 1987-88 e 1989-90 con lo scopo di acquisire dati sulla morfologia dei fondali di alcune zone, costiere e di altura, di Baia Terra Nova, per la compilazione di carte batimetriche da utilizzare sia a fini nautici che di ricerca.

Nel 1986-87 è stato condotto un rilievo batimetrico di tutta l'area compresa tra la punta della Lingua del Ghiacciaio Campbell e il parallelo di Capo Russell percorrendo, in totale, circa 1000 miglia di rotte di scandagliamento.

Il suddetto rilievo è stato preceduto da operazioni geodetiche e topografiche, le prime effettuate allo scopo di determinare la posizione geografica di 9 siti costieri, le seconde hanno interessato tutta la linea di costa (da Gondwana a Capo Russell) eseguendo, alla scala 1:25.000, 650 battute a mezzo geodimetro, ridisegnandola ex novo.

Nel 1987-88, proseguendo l'attività di scandagliamento, è stato completato il rilievo batimetrico dell'area di mare compresa, all'incirca, tra Adelie Cove e Capo Russell. Inoltre, sono stati acquisiti nuovi dati in un'area limitata dalla linea di costa compresa tra Capo Russell e Capo Washington, dai paralleli 74°33'S - 74°58'S e dal meridiano 166°00'E. In totale, sono state percorse 1505 miglia di rotte di scandagliamento, di cui 1339 utili ai fini della costruzione di due carte batimetriche alle scale rispettivamente, di 1:50.000 e 1:100 000.

In aggiunta ai rilievi suddetti, è stato eseguito un controllo topografico della linea di costa a Sud di Adelie Cove e determinato il limite a mare della Lingua del Ghiacciaio Campbell. Infine, è stata rilevata la topografia di tutta la zona su cui sorge la stazione italiana, alla scala 1:500, e la strada che da essa conduce a Tethys Bay, alla scala 1:2000.

Nel 1989-90 è stato portato a termine il rilievo di tre aree marine costiere: Tethys Bay, Adelie Cove e tutta la zona a sud di Evans Cove alle scale, rispettivamente, 1:10.000 (Tethys Bay) e 1:25.000. Inoltre, è stata idrografata una larga posizione di marea situata ad est della Lingua del Ghiacciaio Campbell, percorrendo, in totale, circa 200 miglia di rotte di scandagliamento.

OCEANOGRAFIA CHIMICA

La ricerca si è svolta nel corso delle campagne oceanografiche 1987-88 e 1989-90.

L'obiettivo principale nella prima campagna era la definizione della variabilità spazio-temporale, nella zona di mare antistante Baia Terra Nova, per alcuni parametri chimici considerati di rilevante importanza idrologica e biogeochimica marina.

Le operazioni di campagna hanno riguardato un grigliato di

stazioni nell'area di Baia Terra Nova, con maglie via via più ampie procedendo dalla costa verso il largo, comprendente anche alcune stazioni più esterne, così da formare un transetto costa largo prolungantesi nel Mare di Ross per circa 110 miglia.

Nel corso della campagna oceanografica 1989-90, in un quadro di un programma unico e coordinato a carattere multidisciplinare, si è affrontato lo studio dell'Ossigeno disciolto, Nitrati, Nitriti, Ammoniaca, Fosfati, Silicati, pH, Alcalinità totale e Carbonio inorganico totale nelle zone di convergenza e divergenza antartiche ed al di sopra della piattaforma continentale del Mare di Ross. Il tema è stato affrontato rispetto alla distribuzione generale delle masse d'acqua da una parte ed all'attività fotosintetica dall'altra.

Inoltre, sulla base dei risultati e dell'esperienza maturata nella prima campagna, si è voluto iniziare l'approccio al tema del ciclo del carbonio nel quale si ritrova ancora il processo della produzione primaria, ma in una diversa prospettiva ed in funzione fra l'altro dello scambio dell'anidride carbonica fra aria e mare e si è inteso, infine, approfondire la conoscenza degli effetti sui già citati parametri chimici, dei margini mare-pack, mare-lingue di ghiaccio continentale e di zone di costa particolari o prossime a insediamenti animali (pinguinaie) od umani (base).

Le operazioni inerenti a questo programma si sono svolte in due fasi: la prima ha interessato la parte riguardante i sistemi frontali dell'Oceano Antartico e la piattaforma di Ross; la seconda ha interessato la fascia costiera di Baia Terra Nova, dal ghiacciaio Campbell all'Evans Cove.

Nella prima fase sono state eseguite stazioni idrologiche con un dettaglio capace di caratterizzare sia gli strati profondi che quello eufotico superficiale, molto più variabile. Nella seconda fase sono state effettuate stazioni seguendo all'incirca la batimetrica dei 200 metri. I campioni d'acqua raccolti possono considerarsi rappresentativi di zone interessate o da pack a margine unito o frammentato, o da ghiaccio continentale, o da baie semichiusure oppure da eventuali apporti antropici ed animali.

OCEANOGRAFIA BIOLOGICA

Microbiologia

Sono state condotte ricerche nel settore della corrosione marina dei materiali metallici di largo uso tecnologico in condizioni ambientali estreme e studi delle popolazioni microbiche, con metodi diretti ed indiretti nell'ecosistema marino di Baia Terra Nova.

Corrosione marina

Durante la campagna 1989-90 è stata eseguita una prima serie di tests preliminari a breve termine ed iniziato uno a lungo termine. Le prove a breve termine, condotte in un laboratorio della base, per mezzo di 4 vasche termostate, alimentate in cascata, sono consistite nell'esposizione all'acqua di mare, a varie temperature, di campioni di acciai inox (tipo AISI 304, 316, 254

SMO) e di leghe di alluminio (Al commerciale e Peralumal) per quanto più tempo possibile. Su di essi veniva giornalmente misurato il potenziale di libera corrosione e periodicamente effettuate curve di polarizzazione catodica. A fine prova il materiale biologico adeso ad ogni singolo campione veniva raccolto e trattato per la successiva caratterizzazione biochimica in Italia.

Alle due vasche a più bassa temperatura era collegato un circuito supplementare a ciclo chiuso costituito da 40 spezzoni di tubo in acciaio inox (tipo 254 SMO) raccordati da elementi in gomma. Su di essi veniva giornalmente misurato il potenziale di libera corrosione e periodicamente prelevato il biofilm adeso. Quest'ultimo veniva poi utilizzato per le colture batteriche sia su Marine Agar che in Marine Broth. Queste, unitamente ai campioni di biofilm sono stati trasferite in Italia per le indagini microbiologiche e biochimiche.

Il test a lungo termine è consistito nell'immersione in mare di una struttura portapannelli corredata di stazione automatica sommersa per la registrazione dei parametri elettrochimici. I materiali esposti sono stati: acciai inox AISI 304, 316, e 245 SMO, Ottone, Rame, Cupronichel 70/30, Monel, Alluminio commerciale e Peralumal.

Durante il previsto anno di esposizione verranno registrati i singoli potenziali di libera corrosione e le correnti di corrosione di accoppiamenti galvanici opportunamente predisposti. Al recupero seguirà l'esame morfologico e la valutazione gravimetrica dei casi di corrosione. Lo studio di campioni di slime riportati in Italia è effettuato sia da un punto di vista microbiologico sia biochimico, mentre campioni metallici utilizzati per le prove a breve termine verranno esaminati da un punto di vista corrosionistico.

Nel corso della campagna 1990-91 è stata recuperata la struttura portapannelli e i materiali esposti, sia metalli che legno, sono stati catalogati e predisposti per il successivo esame in Italia.

E' stata allestita una nuova struttura portapannelli con 120 campioni metallici, 16 dei quali in rame prelevati tra quelli immersi l'anno precedente e 104 di acciaio inossidabile, e 51 pannelli di legno. La struttura è stata posizionata su un fondale alla profondità di 70 m.

Test di breve durata sono stati eseguiti in base dove sono state approntate quattro vasche alimentate in cascata con acqua di mare nelle quali sono stati immersi 50 campioni. Sui campioni sono state eseguite misure di potenziale di libera e corrosione e su 5 di essi collegati in serie tramite resistori la misura di caduta di tensione ai capi dei resistori e di potenziale di equilibrio. All'inizio dell'esperimento e dopo lo stabilizzarsi della corrente di corrosione si è effettuata una curva di polarizzazione catodica.

In ogni vasca sono state alloggiare anche lastre, di vetro e acciaio inox, per il controllo del biofilm adeso recuperato ad intervalli temporali prefissati. Sul materiale raccolto sono stati eseguiti 360 campionamenti di:

- contenuto di lipopolisaccaridi;
- separazione dei carboidrati intra ed eso-cellulari;
- tenore totale di carboidrati, proteine, clorofilla a, attività del sistema di trasporto elettronico, lipidi;
- isolamento ceppi batterici.

Popolazioni microbiche

Le indagini effettuate durante la campagna oceanografica 1987-88, hanno avuto come scopo uno studio preliminare della distribuzione spaziale dei microrganismi e di alcune delle attività batteriche eterotrofiche prendendo in considerazione alcuni aspetti legati alle peculiarità ambientali di autoecologia.

I risultati ottenuti durante questa prima campagna hanno permesso di dimostrare la presenza di una popolazione batterica psicrofila e di organismi picoplanctonici con densità che oscillano tra 10^7 a 10^9 cell./l.

Durante la campagna 1989-90 sono state effettuate ulteriori ricerche quantitative e qualitative sull'ecologia e distribuzione spazio-temporale della popolazione microbica, rivolgendo particolare attenzione alla comunità picoplanctonica, con lo scopo di ricercare le interrelazioni di questa con alcuni dei principali fattori biotici ed abiotici dell'ecosistema marino antartico.

In particolare sono state eseguite:

- 1) Semine su Marine Agar e TCBS per la valutazione dei batteri eterotrofi e delle vibriacee rispettivamente.
- 2) Determinazione degli indicatori fecali.
- 3) Preparazione dei campioni per l'osservazione microscopica e osservazione microscopica allo SLM per il conteggio della componente totale microbica, picoplanctonica e picofitoplanctonica.
- 4) Preparazione dei campioni per le misure dell'ATP e del LPS della popolazione microbica totale e picoplanctonica.

Attualmente sono in corso le analisi necessarie per la determinazione del biovolume e della biomassa microbica, l'isolamento degli eterotrofi e dei presunti vibriani sviluppatasi su TCBS Agar.

Nel corso della stessa campagna la flora microbica, presente nelle acque di Baia Terra Nova, è stata valutata utilizzando anche metodiche indirette. In particolare sono state stimate la frazione microbica (microorganismi psicrofili) vitale mediante la determinazione dell'ATP, la popolazione batterica gram-negativa con la valutazione dei lipopolisaccaridi e le specie batteriche coinvolte nel ciclo dell'azoto, con metodi di immunofluorescenza. Attualmente si sta provvedendo all'analisi ed elaborazione dei primi risultati per quanto riguarda i primi due aspetti.

Per la ricerca, invece, delle specie appartenenti ai generi Nitrosococcus e Nitrosomonas, coinvolti nei processi di nitrificazione (ossidando l'azoto ammoniacale in nitrito), aliquote dei campioni ottenuti attraverso opportuni procedimenti, sono state seminate nei terreni di coltura selettivi per l'isolamento dei ceppi, mentre la frazione rimasta è stata trasportata in Italia per le analisi da eseguire in

immunofluorescenza. Allo stato attuale non si è verificata ancora nessuna crescita batterica probabilmente dovuta al lento ritmo di crescita di tali specie. Nel prosieguo delle indagini una conferma sarà data dalla lettura dei campioni con la tecnica di immunofluorescenza indiretta.

Con metodi opportuni è stato prodotto un siero immune che sarà utilizzato per la lettura dei campioni provenienti dall'Antartide.

Comunità Fitoplanctoniche e Produzione Primaria

La ricerca si propone di approfondire i rapporti trofici che esistono fra la sostanza organica presente in acqua sottoforma di particellato e le più piccole forme vegetali viventi (picoplancton, fitoplancton). Ciò si raggiunge attraverso l'esame dei vari aspetti del livello trofico, quali il particolato organico, la produzione primaria, l'ecologia del plancton e lo studio della biomassa fitoplanctonica.

La stima del contenuto energetico del particolato organico sospeso, nelle sue componenti biochimiche elementari (Total Suspended Matter, protidi, carboidrati, lipidi, aminoacidi, ATP, carbonio organico ed inorganico), permette di valutarne il significato trofico per la comunità planctonica e bentonica. Tali informazioni sull'ecosistema pelagico costiero e di altura, consentiranno un reale approfondimento nello studio del ruolo svolto dal detrito nel trofismo dell'ambiente marino alle alte latitudini.

Per quanto riguarda la produzione primaria, gli obiettivi della ricerca prevedono essenzialmente la stima dei tassi di assimilazione e la definizione dell'incidenza del picoplancton autotrofo nell'ecosistema marino antartico ed il suo ruolo nella possibile struttura di catene trofiche alternative a quella tradizionalmente accettata come preminente: Diatomee-Krill-Cetacei.

Le ricerche sulla ecologia del plancton prevedono, invece, lo studio della produttività e della distribuzione delle sostanze biochimiche (specialmente fitopigmenti e lipidi) di origine planctonica, anche in relazione a fattori idrodinamici quali fronti, divergenze, convergenze, scioglimento del ghiaccio, ecc..

Infine vengono compiuti studi con lo scopo di tracciare un quadro della composizione e della distribuzione della biomassa fitoplanctonica in rapporto ai fattori ambientali, in una zona del Mare di Ross pressochè sconosciuta.

Sostanza Organica Particellata

Nel corso della campagna oceanografica 1989-90 sono stati prelevati campioni di particellato e raccolto e filtrato, una volta sciolto, ghiaccio marino per avere dati sulla sostanza organica presente nello strato inferiore del pack.

A Baia Terra Nova, il campionamento è stato, invece, effettuato in una zona di mare compresa tra il ghiacciaio Campbell ed Evans Cove, comprendendo anche campioni di acqua superficiale e campioni per l'analisi dell'ATP, della componente microbica totale e della componente autofluorescente del picoplancton.

Attualmente sui campioni raccolti si stanno conducendo analisi di T.S.M., carboidrati, proteine, lipidi, dell'ATP, del particellato organico ed amminoacidi. E' incominciata e tuttora continua, l'elaborazione dei dati relativi a temperatura, salinità, fluorescenza e scattering, raccolti durante le uscite in mare presso Baia Terra Nova.

Produzione Primaria

Le attività sono iniziate con la campagna oceanografica 1987-88. I risultati ottenuti hanno consentito di definire che l'attività del picoplancton autotrofo è presente in tutta l'area esaminata con una incidenza sulla produzione primaria del 48%. Altro elemento di rilievo è costituito dall'incremento, sia al largo che nella zona costiera, della percentuale dell'attività produttiva del picoplancton alle quote caratterizzate da una minore intensità luminosa, in particolare al di sotto del 25% dell'irradianza disponibile in superficie.

Nel corso della campagna oceanografica 1989-90 sono state effettuate stazioni di produzione primaria in acque oceaniche e del mare di Ross e raccolti campioni per le analisi della ficoeritrina e per l'analisi dimensionale in citometria a flusso.

Da un primo esame si conferma il notevole contributo del picoplancton autotrofo alla produzione totale e si evidenzia che la massima produzione si riscontra in corrispondenza dei fronti termici (65°- 66° latitudine Sud) in accordo con quanto osservato dalle misure dei pigmenti fotosintetici.

Ecologia del Plancton

I risultati acquisiti durante la campagna oceanografica 1989-90 hanno confermato l'ipotesi che esiste una forte relazione tra la composizione biochimica del fitoplancton nella colonna d'acqua ed il processo dello scioglimento del ghiaccio ed il margine del ghiaccio ritirato.

I risultati più originali ottenuti durante questa crociera sono che la composizione dei pigmenti del fitoplancton, determinata mediante HPLC, sembra dipendere essenzialmente dal tempo trascorso dal momento in cui le acque diventano libere dal ghiaccio.

I contenuti biochimici del plancton subsuperficiale (specialmente i lipidi e gli acidi grassi) ed il loro significato ecologico ci permettono di capire la struttura a mesoscala ed il funzionamento dell'ecosistema subsuperficiale Antartico.

Sembra che durante l'estate, la stabilizzazione degli strati superiori della colonna d'acqua, dovuta al costante ritiro del margine del ghiaccio, induca successivi blooms fitoplanctonici e zooplanctonici. E' stata osservata una distribuzione a macchie dei differenti livelli trofici o di differenti stadi fisiologici, in relazione alla velocità di ritiro del pack.

Al margine del ghiaccio, le alghe sono liberate dallo scioglimento del ghiaccio, sedimentate nella colonna d'acqua, mangiate dal krill o altro zooplancton erbivoro e più tardi sono rigenerate nuove popolazioni. Durante questi cambiamenti, si osservano modificazioni biochimiche di organismi in funzione al metabolismo.

Fitoplancton

L'attività è iniziata con la campagna 1987-88. In tale occasione sono stati effettuati rilievi della irradianza ascendente, discendente e scalare sottomarina e misure spettrali della PAR in una zona compresa tra la lingua del Ghiacciaio Drygalsky e Capo Washington e lungo una rotta con direzione longitudinale di 120 miglia da Baia Terra Nova. Sono state inoltre effettuate analisi delle clorofille, spettri dimensionali delle particelle per unità di volume, spettri di fluorescenza in vivo, spettri di assorbimento della sostanza gialla e raccolti campioni per l'analisi dell'abbondanza e composizione specifica del fitoplancton.

La successiva elaborazione e l'esame dei dati, ha permesso di mettere in evidenza la presenza di una notevole biomassa fitoplanctonica che, almeno per quanto riguarda questa zona, smentirebbe le valutazioni di molti Autori che paragonano la produzione primaria dell'Oceano Antartico a quella dei mari oligotrofici.

Nella spedizione 1989-90, la ricerca è stata svolta contemporaneamente in zona oceanica e in zona neritica.

In zona oceanica sono stati effettuati rilievi in continuo e misure e prelievi su stazioni fisse con lo scopo di rilevare la distribuzione spaziale (orizzontale e verticale) del fitoplancton e dei fattori ambientali ad esso correlati in un ampio tratto dell'Oceano Antartico.

Nella zona neritica ci si proponeva invece essenzialmente di studiare la variazione temporale della biomassa fitoplanctonica durante l'estate australe mediante campionamenti giornalieri nella Baia Terra Nova.

Allo scopo, in entrambe le zone sono state svolte misure di parametri fisici, chimici e biologici e campionamenti di fitoplancton analoghi e più approfonditi di quelli condotti nella campagna precedente.

Per quanto concerne la zona oceanica, le misure in continuo della fluorescenza della clorofilla, mostrano anche zone ampie centinaia di miglia con valori di fluorescenza elevati.

Anche la zona neritica ha rilevato quantità molto elevate di clorofilla (12 mg/mc) negli ultimi giorni di dicembre, dovute ad una prima fioritura. Le quantità sono in seguito diminuite, pur rimanendo su livelli che possono essere definiti ancora elevati (valore minimo registrato 0.9 mg/mc), mentre a metà febbraio è stato notato un nuovo aumento di biomassa fitoplanctonica.

ZOOPLANCTON E NECTON

In questa area di ricerca sono stati affrontati i temi relativi alla biologia ed alla distribuzione dello zooplancton e del necton. Partendo dal microzooplancton, che costituisce un essenziale anello della catena trofica, e passando attraverso studi di sistematica e di ecologia di importanti taxa zooplanctonici si giunge fino allo studio delle distribuzioni e delle aggregazioni dello zooplancton, del micronecton e del necton in rapporto alle caratteristiche idrologiche, nonché alla stima delle loro biomasse che, nel caso del Krill, vedono anche l'uso di sofisticate metodologie acustiche.

Un importante contributo allo studio è stato fornito dalla organizzazione di un Sorting Center per la preparazione e la distribuzione dei campioni da esaminare al personale scientifico impegnato nel Programma.

Marine Sorting Center Italia

Il lavoro svolto nel 1989 ha interessato i campioni di plancton raccolti nel corso della Campagna Oceanografica Antartica 1988. Si è provveduto a separare, per subcampionamento, i seguenti taxa: Copepodi, Larve di Crostacei, Chetognati, Sifonofori, Meduse, Salpe, Acantari, Radiolari, che sono stati inviati agli specialisti per i relativi studi.

Sempre nello stesso anno è stata compiuta una visita allo "Smithsonian Oceanographic Sorting Center" (SOSC) in previsione di rendere completamente operativo il "Marine Sorting Center Italia".

Microzooplancton

La ricerca ha come obiettivo, l'analisi preliminare della consistenza e della distribuzione della frazione microzooplanctonica nel Mare di Ross ed in particolare a Baia Terra Nova.

Dall'analisi dei primi campioni relativi alla campagna 1987-88 è emersa l'abbondanza della frazione planctonica considerata. I popolamenti sono costituiti prevalentemente da tintinnidi, da ciliati diversi dai tintinnidi e da larve di metazoi, con dei valori globali prossimi ai 1500 individui litro, tali valori sono generalmente rilevabili in aree ad elevata trofia e caratterizzate da una consistente frazione nanoplanctonica.

La ricerca relativa alla campagna 89-90 è stata impostata più sull'evoluzione temporale dei popolamenti che sulla loro distribuzione spaziale ed in tal senso le raccolte sono state ripetute, con cadenze anche piuttosto ravvicinate, su stazioni fisse di Baia Terra Nova in concomitanza con i prelievi relativi alla frazione fitoplanctonica ed a quella picoplanctonica. Le analisi di questi campioni sono tuttora in corso.

Acantari e Ostracodi

Sono stati esaminati i campioni prelevati nell'ambito della campagna oceanografica 1987-88.

Gli Acantari sono completamente assenti, a causa probabilmente di una attrezzatura inadatta al prelievo di tali organismi. E' invece da segnalare la presenza in numerosi campioni di Foraminiferi e sono inoltre stati isolati rarissimi esemplari di Radiolari Spumellari.

Per quanto riguarda gli Ostracodi, sono state identificate quattro specie:

Alacia belgicae (Muller, 1906), *Metaconchoecia isocheira* (Muller, 1906), *Alacia hettacra* (Muller, 1906), *Metaconchoecia skogsbergi* (Iles, 1953); quest'ultima è presente con soli 4 individui. Sono stati inoltre trovati 5 individui di stadio giovanile, tentativamente identificati come *Paraconchoecia cf. brachyaskos* (Muller, 1906).

Specie nettamente dominante è *Alacia belgicae*, tipica forma endemica dell'Antartide, presente con tutti gli stadi di sviluppo; la specie è rappresentata da due forme che, a livello di adulti, sia maschi che femmine, si possono separare su base dimensionale. Significativa è la correlazione che lega la densità totale degli Ostracodi alla densità degli adulti di *A. belgicae*. Anche *Metaconchoecia isocheira* è piuttosto abbondante; essa è specie dominante nella stazione più lontana dalla Baia Terra Nova. La densità totale degli Ostracodi tende ad aumentare con la profondità dello strato di campionamento con massimi che nelle diverse stazioni si collocano a quote batimetriche comprese tra i 100 e i 600 m.

Copepodi e larve dei Crostacei Decapodi

Lo studio è riferito ai campioni di zooplancton prelevati durante la campagna oceanografica 1987-88.

Per quanto concerne i Copepodi lo studio riguarda l'identificazione tassonomica, la concentrazione, la distribuzione spaziale, la lunghezza e la biomassa (peso secco) delle forme e prende in considerazione separatamente gli adulti e gli stadi copepoditi.

Le specie rinvenute sono state: *Calanus Propinquus*, *Calanoides acutus*, *Ctenocalanus vanus*, *Aetideopsis antarctica*, *Stephus longipes*, *Euchaeta antarctica*, *Euchaeta similis*, *Euchaeta exigua*, *Metridia gerlachei*, *Oithona frigida*, *Oithona similis*, *Oncaea curvata*.

Inoltre sono stati reperiti adulti di *Clausocalanus sp.*, *Oithona sp.* ed *Oncaea sp.* e copepoditi di *Calanoides sp.*, *Euchaeta sp.* e *Metridia sp.*.

L'indagine sui copepodi ha riguardato anche la valutazione del rapporto fra i sessi, poichè gli individui maschili e femminili sembrano preferire livelli differenti di profondità.

I copepoditi sono distribuiti prevalentemente negli strati compresi tra -200 e -150 m e da -100 a -50 m con una distribuzione verticale che raggiunge il suo massimo a -100 m.

Per quanto riguarda le larve di Crostacei Decapodi la specie più rappresentativa (86,3%) è risultata *Notocranqon antarcticus* (Caridea, Crangonidae), di cui sono stati riconosciuti i tre stadi di sviluppo, aventi dimensioni variabili da un minimo di 0,89 cm. (primo stadio), ad un massimo di 1,61 cm. (terzo stadio).

La distribuzione orizzontale ha evidenziato una maggiore presenza all'interno di Baia Terra Nova, in particolare in prossimità del ghiacciaio Drygalski; la distribuzione verticale ha rilevato che il livello più ricco è quello compreso fra -50 e -20 m..

Chetognati e Sifonofori

I Chetognati contati nei campioni prelevati nella campagna 1987-88 sono in totale 1595, classificati nel Genere *Eukrohnia* (1409 esemplari, 88,3%) e nel Genere *Sagitta* (186 esemplari, 11,7%). Quelli classificati nel Genere *Eukrohnia* sono stati identificati come *E. hamata*. E' da rilevare che nessuno degli esemplari aveva ovari maturi, anzi in nessuno di essi l'ovario era distintamente visibile. In alcuni esemplari più lunghi (cm 3,1), invece, erano maturi i testicoli.

Maggiori sono le incertezze per la determinazione del Genere *Sagitta*. Tuttavia anche in questo caso la maggior parte degli esemplari appartiene ad una sola specie: *Sagitta gazallae*.

Questi dati concordano con quelli rilevati da altri Autori secondo i quali i Chetognati più frequenti nelle acque dell'Antartide sono proprio *Eukrohnia hamata* e *Sagitta gazallae*.

Per quello che si riferisce ai Sifonofori, in tutti campioni sono presenti parti di colonie di *Physophoridae*, specie *Physophora hydrostatica* con nectofori, brattee e tentillia; *Agalmidae*, *Halistemma* sp. con brattee e nectofori rovinati che non permettono la classificazione specifica.

Le attuali determinazioni di *Siphonophora* non si discostano da quelle della Deutsche Sudpolar Expedition (1905-1908).

Aggregazioni e biomassa del Krill

Il progetto di ricerca echo-survey ha lo scopo di studiare la distribuzione spaziale, la forma e la struttura delle aggregazioni e la consistenza della popolazione di Krill che abita il mare di Ross e le aree contigue (Isole Balleny, Isola Scott).

Nel 1989 è stato realizzato e calibrato il sistema acustico. Tale sistema, ad alto contenuto tecnologico costituisce già di per se un importante traguardo scientifico.

Nella campagna oceanografica 1989-90 sono state campionate 170 miglia nautiche in prossimità delle Isole Balleny, 130 miglia n. nel Mare di Ross e 570 miglia n. da Capo Adare all'Isola di Scott. Tutti i segnali grezzi raccolti (ovvero tutti gli echi acquisiti per ogni colonna d'acqua campionata) sono stati memorizzati su nastro magnetico. La loro analisi fornirà una valutazione sulle dimensioni e densità del Krill all'interno delle aggregazioni.

I dati grezzi inoltre sono stati preelaborati e convertiti in biomassa in opportuni range spaziali. L'analisi di tali dati ha fornito in prima approssimazione, una stima della distribuzione verticale del Krill in strati di 10 metri compresi tra la superficie e -200 metri.

Infine i dati acquisiti sono stati visualizzati e memorizzati su carta termica, in forma di ecogrammi. L'analisi degli ecogrammi fornisce le caratteristiche geometriche delle aggregazioni e la distribuzione spaziale della popolazione di Krill.

Zooplankton e Micronecton

Il programma di ricerca svolto durante la prima campagna oceanografica 1987-88 ha indagato la distribuzione spaziale e verticale delle comunità zooplanctoniche nella Baia Terra Nova (Mare di Ross) con particolare riferimento al Krill, con distanze dalla costa sino a 150 miglia. Lo strumento di cattura utilizzato è stato l'EZNET BIONESS (0.5 x 0.5 m), multirete elettronica composta da 10 retini con apertura di maglie di 250 e 500 micron e corredata di una sonda CTD ed altri sensori elettronici.

L'analisi tassonomica e specifica sembra evidenziare:

- totale mancanza di Krill in tutta l'area esaminata;
- omogeneità tassonomica in quasi tutte le stazioni;
- densità medie dello zooplankton totale, catturato con i retini da 250 micron, di 321 individui/mc (strato 0-200 m) e 140 individui/mc (strato 0-500 m). Massimi sono stati riscontrati nello strato 20-40 m in massima parte dovuti al Mollusco Pteropode Tectosoma Limacina helicina, calyptopsis, Anfipodi Iperidi e Gammaridi e stadi post-larvali di pesci (Pleurogramma antarcticum).

Nella seconda campagna oceanografica (1989-90) la ricerca, che si inquadra in una più vasta problematica sulla definizione dei rapporti trofici ai diversi livelli della catena alimentare antartica, ha avuto come obiettivi principali:

- studio dei modelli di distribuzione delle singole specie;
- studio della distribuzione spaziale e verticale delle densità, in relazione alla variabilità dei fattori idrologici, della clorofilla e della produzione primaria;
- analisi della struttura della comunità anche da un punto di vista trofico;
- cattura del Krill in stretta connessione con il survey acustico.

La rete impiegata per la cattura dello zooplankton è stata l'EZNET BIONESS con 10 retini da 500 micron ed equipaggiata con un sistema elettronico di nuova concezione.

Sono stati raccolti campioni in 53 profili, sino a 1000 metri di profondità, distribuiti tra la Nuova Zelanda e la Base Italiana a Baia Terra Nova, attraverso la Convergenza, la Divergenza e le Isole Balleny. I campioni sono attualmente in corso di studio.

Necton e risorse da pesca antartiche

Nel corso della campagna oceanografica 1987-88 sono stati effettuati campionamenti ittici nella zona costiera adiacente alla Base Italiana, per mezzo di attrezzi di pesca da posta (reti, palangresi, e nasse). Sono stati esplorati fondali fino a circa 250 metri.

I campionamenti eseguiti hanno permesso di ottenere prime stime di abbondanza delle specie nell'area investigata. La comparazione dell'efficacia di cattura di reti a diversa apertura verticale ha permesso inoltre di determinare i livelli preferenziali, rispetto al fondo, per le varie specie di teleostei campionate.

E' stata inoltre effettuata una sperimentazione sulle possibilità di condurre futuri studi, mediante tecniche di marcatura ("Tagging"); a questo proposito sono stati punzonati, con apposito contrassegno in nylon ("Tags"), oltre 200 esemplari di *Pagothenia bernacchii* (il Teleosteo più abbondante nell'area). I risultati sono stati molto positivi.

Per le specie più importanti (*Pagothenia bernacchii* e *Chionodraco hamatus*) si sono svolte ricerche su alcuni aspetti quantitativi (struttura per taglie e sesso) e funzionali (stato riproduttivo, tassi di crescita, contenuti gastrici, proteine, caratteristiche morfologiche).

Nel corso della campagna 1990-91 il campionamento è stato esteso alle quote tra i 300 e i 600 m nell'area di Baia Terra Nova dove è maggiore la varietà di specie catturabili. per la cattura sono state utilizzate reti da posta, palamiti, tramagli e nasse.

A bordo del mezzo navale Malippo sono stati effettuati quattro transetti lungo i quali sono state effettuate "pescate" in cinque diverse fasce batimetriche (< 50 m, tra 50 e 100 m, tra 100 e 200 m, tra 200 e 400 m, tra 400 e 600 m).

Come risultato delle 90 pescate sono state classificati campioni di 25 specie diverse di teleostei. Sulle specie più interessanti dal punto di vista quantitativo (5 specie) sono state avviate le misure di composizione per taglia, rapporto dei sessi, stato riproduttivo. In particolare per quanto riguarda il *Dissosaticus mawsoni* sono stati catturati due esemplari di grossa taglia uno lungo 120cm del peso di 28 Kg ed uno lungo 167 cm del peso di 60 Kg.

Sono state proseguite anche le attività di "tagging" che hanno comportato la marcatura e il rilascio di 477 esemplari di *Pagothenia bernacchii* e di 82 esemplari di *Chionodraco hamatus*.

BENTHOS

Il programma benthos prevede sia lo studio della flora che quello della fauna bentonica.

Lo studio dei popolamenti vegetali bentonici di Baia Terra Nova, ha lo scopo di definire la distribuzione, la composizione specifica e strutturale e di proporre una prima classificazione.

Per quanto riguarda invece lo zoobenthos, è stata effettuata una prima ricognizione del Mare di Ross, nell'area antistante la Base italiana di Baia Terra Nova, con l'obiettivo di:

- redigere un elenco sistematico della fauna bentonica;
- individuare le principali biocenosi bentoniche;
- predisporre una carta preliminare dei substrati e delle biocenosi.

Sono state inoltre fornite stime di biomassa, classificazioni delle specie e indici di diversità dei molluschi bivalvi.

Gli organismi e le comunità bentoniche costiere, sia di fondo duro che di fondo mobile, sono state esaminate, durante la campagna oceanografica 1989-90, sotto l'aspetto quantitativo (densità, biomasse) e funzionale (trofismo, struttura di popolazione, biologia riproduttiva).

Inoltre sono stati eseguiti studi su gruppi di zoobenthos sessile (principalmente Poriferi) che sono stati raccolti a partire dalla 3° spedizione.

Nella campagna 1989-90 è iniziato anche lo studio su basi chimiche degli organismi marini, in particolar modo dei Poriferi, con l'analisi dei metaboliti secondari che fornisce contributi per accertare le relazioni preda-predatore, per caratterizzare gli organismi e per individuare molecole con particolari attività biologiche.

Fitobenthos

Le osservazioni e le raccolte effettuate nel corso della campagna oceanografica 1987-88 hanno consentito di giungere ad una soddisfacente conoscenza della flora algale macrobentonica della Baia Terra Nova e proporre una classificazione dei popolamenti nonché il loro inquadramento nella zonazione.

Sono state identificate 12 specie (7 Rhodophyceae, 1 Phaeophyceae, 4 Chlorophyceae) e 6 taxa identificati solo a livello generico (3 Cyanophyceae, 2 Phaeophyceae, 1 Rhodophyceae)

Il contingente floristico dell'area è molto povero; tuttavia alcune specie sono risultate interessanti perchè rare o di prima segnalazione per l'Antartide.

Lo studio dei campioni raccolti nel corso della campagna 1989-90 è in avanzata fase di studio.

Bionomia bentonica e sedimenti di Baia Terra Nova

Dopo la Prima Campagna Oceanografica svoltasi nel 1987-88, è stato eseguito lo studio di gran parte del materiale raccolto, specialmente per quanto riguarda i Molluschi, i Briozoi, Foraminiferi, gli Ostracodi, i Picnogonidi ed i Policheti. E' già pronta una lista preliminare di quasi tutti gli organismi appartenenti ai gruppi sopra citati.

Si comincia a delineare un primo schema biocenotico abbastanza attendibile dei popolamenti bentonici dei fondali antistanti Baia Terra Nova, fino alla profondità di oltre 1.000 metri. Tale schema, per molti aspetti simile a quello di DULLIVANT (1907), è stato affinato e completato più in dettaglio, specialmente per quanto riguarda la trancia batimetrica più superficiale (tra 35 e 350 metri), in seguito ai primi risultati della campagna 1989-90.

Sono state compiute osservazioni dirette dei fondali tramite un minisommersibile filoguidato. Tale studio è stato particolarmente prezioso nel riconoscimento dei rapporti tra le diverse specie ed il substrato, nello studio delle popolazioni e nel riconoscimento degli ecotoni tra i diversi popolamenti.

Macrobenthos

I campioni analizzati per la determinazione della composizione e della struttura dei popolamenti bentonici provengono da fondali compresi tra i 680 ed i 1000 m.

Il popolamento macrobentonico risulta formato in predominanza da Policheti e dal gruppo degli Altri Organismi; partecipano, in misura minore, Molluschi, Crostacei ed Echinodermi (questi ultimi praticamente assenti).

I Policheti prevalgono in tutte le stazioni ad esclusione di una, la più profonda, dove prevalgono gli Altri Organismi. Questo gruppo, piuttosto eterogeneo, risulta composto principalmente da Spugne, Nemertini, Nematodi, Sipunculidi, Foraminiferi e da altri taxa, come ad es.: Picnogonidi, in misura minore. La predominanza dei due gruppi (Policheti ed Altri Organismi) rappresenta in media il 94,76% nelle stazioni profonde ed il 96,99% in quella più costiera.

L'elenco dei Molluschi Bivalvi conferma le osservazioni già effettuate da altri Autori in prossimità dell'area campionata. I Molluschi Bivalvi risultano presenti solo su circa il 50% delle stazioni effettuate.

Sulla base dei dati presenti in letteratura si può affermare che i Bivalvi dell'ambiente profondo si allineano a quanto sino ad oggi riportato per zone limitrofe a Terra Nova Bay anche se in alcuni casi nel presente campionamento il numero di specie ritrovate (a parità di profondità) risulta di un terzo un quarto inferiore.

Si evidenzia una diminuzione delle diversità procedendo verso i fondali più elevati chiaramente dovuta alla presenza di un minor numero di specie ed alla dominanza di qualche specie sulle altre nelle stazioni profonde.

Rapporto Macrofauna-Meiofauna

In questa prima fase della ricerca è stato approfondito lo studio della macrofauna (frazione Policheti).

Sono state individuate 42 specie, 8 delle quali non risultano segnalate in precedenza per la sottoregione continentale. Cinque di esse sono inoltre nuove per tutto il continente, includendo anche la sottoregione scotica; due di esse risultano infine mai segnalate per l'intera regione antartica.

L'analisi dei dati ha confermato inoltre l'elevata percentuale di endemismo dell'Antartide: circa il 60% delle specie rinvenute risulta infatti endemica dell'area circumantartica.

Lo studio dei Policheti dei contenuti stomacali si è rivelato di particolare interesse per stabilire il comportamento e le abitudini alimentari dei pesci demersali della famiglia Notothenidae.

Comunità bentoniche costiere

Sono stati eseguiti prelievi in due zone con caratteristiche ambientali diverse. La prima rappresenta una situazione di falesia rocciosa a forte pendenza (fondi duri); la seconda, rappresenta invece una "spiaggia" costituita da grossi clasti granitici, con pendenza ridotta ed interessata dalla presenza di una "pinguinaia" (fondi mobili).

Un'analisi molto sommaria fatta al momento del prelievo ha già rilevato una evidente zonazione del benthos sia di fondo duro che di fondo mobile lungo la profondità. Per i fondi duri in particolare si è messa in evidenza l'associazione stretta tra alcune specie vegetali dominanti (le Rodoficee *Iridaea cordata* e *Phyllophora antarctica*) ed alcuni organismi animali (soprattutto Molluschi Rissoidi e Crostacei Anfipodi, Isopodi e Tanaidacei) che sembrano operare un'intensa attività di "grazing" sulle alghe e sui loro epifiti.

Su questo materiale si procederà alla classificazione tassonomica delle singole specie e alla valutazione delle biomasse e delle densità (limitatamente ai campioni quantitativi). Dal punto di vista funzionale, per le specie più abbondanti e significative verrà analizzato il contenuto stomacale e la morfologia funzionale dell'apparato boccale. Per alcune specie si potranno anche fare considerazioni sulla struttura della popolazione ed anche sulla biologia riproduttiva essendo stati osservati nidamenti di uova e brooding interno degli embrioni.

Zoobenthos di substrato duro

Nell'ambito di tale programma sono stati raggiunti risultati preliminari sulla distribuzione dei popolamenti bentonici a Baia Terra Nova ed è stata inoltre condotta un'analisi sulla composizione e distribuzione dei popolamenti di Poriferi antartici ed australi dal punto di vista biogeografico.

Un secondo settore di ricerca riguarda la struttura di determinate comunità antartiche ed in particolare la facies ad *Adamussium colbeckii* e le faune associate a specie dominanti quali macroalghe, poriferi, grandi cnidari e grandi bivalvi, ecc.

Sono stati effettuati dosaggi della clorofilla in un centinaio di esemplari di poriferi per individuare e studiare le forme simbiotiche eventualmente presenti.

Inoltre, vengono curati gli aspetti zoologici e sistematici (ricerca, selezione, determinazione) delle specie di poriferi e molluschi opistobranchi.

Molecole di interesse biologico

Nel corso del 1989 è stato possibile analizzare alcuni campioni di poriferi provenienti dall'Antartide, che sulla base di un'analisi cromatografica preliminare si sono rilevati meritevoli di ulteriori studi.

Durante la campagna oceanografica 1989-90 sono stati prelevati campioni biologici nelle aree costiere di Baia Terra Nova in profondità comprese fra 40 e 100 metri. Questa attività di campionamenti marini ha consentito una estesa raccolta di organismi bentonici comprendenti Alghe, Poriferi, Cnidarii, Nemertini, Policheti, Molluschi, Crostacei, Echinodermi, Briozoi Ascidiacei.

I campioni sono tuttora in corso di studio per:

- la valutazione, sui metaboliti isolati in quantità sufficienti, delle attività biologiche e farmacologiche;
- lo studio comparativo tra i metaboliti secondari isolati dagli organismi raccolti in Antartide e quelli provenienti dai mari temperati;
- la caratterizzazione strutturale di eventuali nuove molecole mediante studi chimici e tecniche spettroscopiche (spettrometria di massa, risonanza magnetica nucleare, cristallografia).

FOULING

La ricerca ha come obiettivo la conoscenza della composizione e delle variazioni delle associazioni fouling costituite nella Baia di Terra Nova in diverse condizioni spazio-temporali.

Durante le estati australi 1986-87, 1987-88 sono stati immersi dei pannelli in asbesto, legno e PVC, in condizioni sperimentali diverse alla profondità di circa 15 m. Durante la successiva spedizione sono state immerse altre quattro strutture maggior profondità (25 e 115 m). Una parte di tali substrati immersi sono stati recuperati ed esaminati.

Sono state identificate e fotografate le principali specie; l'insediamento sui pannelli è stato valutato qualitativamente e quantitativamente.

L'insediamento su tutti i substrati immersi per un anno sia nell'87-88 che nell'88-89 è estremamente ridotto, solo la patina algale ricopre tutta la superficie di alcune facce dei pannelli. Sui substrati immersi per due anni l'insediamento, pur incrementato rispetto agli annuali, rimane scarso se paragonato alla situazione mediterranea.

Da segnalare la notevole differenza nella colonizzazione tra la faccia superiore e quella inferiore dei pannelli orizzontali.

Nelle stazioni più superficiali risultano dominanti, tra gli invertebrati, il bivalve *Adamussium colbeckii* e l'asteroide *Odontaster validus*.

La densa concentrazione di questa stella su alcuni substrati duri ha fatto sorgere il sospetto di una sua possibile azione nei riguardi della colonizzazione dei pannelli. Infatti la povertà dell'insediamento può essere spiegata con la necessità di tempi lunghi nella colonizzazione dei substrati, ma non si può escludere un'influenza di una eventuale predazione o semplicemente dell'azione meccanica di bentonti mobili come ad esempio il sopra citato asteroide. Al fine di verificare tale ipotesi sono previsti ulteriori studi.

IMPATTO AMBIENTALE IN MARE

L'area costiera di Baia Terra Nova rappresenta un ecosistema regolato da equilibri i cui meccanismi sono in buona parte da chiarire. Pertanto non è possibile escludere a priori l'eventualità che la progressiva antropizzazione dell'area, in stretta relazione con l'impianto della Stazione Scientifica permanente Italiana possa modificare taluni di questi equilibri.

Scopo del programma di ricerca è la verifica di questi ipotesi al fine di fornire al Progetto Antartide alcuni elementi sulla scorta dei quali sia possibile operare delle scelte in materia di progettazione e gestione della Stazione Scientifica Italiana.

Mediante il campionamento di quantità significative di organismi bentonici (Iridaea cordata-Gigartinaceae, Odontaster validus-Odontasteridae, Adamussium colbeckii-Pectinidae e Anfipodi Gammaridei) e demersali (Paqothenia bernacchii-Nototheniidae e Chionodraco hamtus-Channichtyidae) nonché di mesozooplanton e sedimenti, in stazioni opportunamente determinate, potrà essere determinato il "livello zero" di contaminanti ed inquinanti nell'ecosistema marino costiero di Baia Terra Nova al fine di costituire un set di dati sulla base dei quali potranno essere effettuati confronti futuri nell'ambito di un programma di monitoraggio e controllo.

Nel corso dell'anno 1989 venivano ultimate le analisi di alcuni campioni. Attualmente il programma di ricerca prosegue con l'analisi dei restanti campioni per la determinazione dei livelli di contaminazione da organoclorurati e metalli pesanti.

PROGETTO EPOS: Oceanografia biologica nel mare di Weddel

La ricerca riguardante lo studio dell'ecosistema antartico nel mare di Weddell, è inserito nell'ambito del progetto europeo EPOS (European Polarstern Study), proposto dall'European Science Foundation e coordinato dall'Alfred Wegener Institut fur Polar und Meeresforschung di Bremerhaven (RFG). Gli obiettivi del progetto erano quelli di studiare il ruolo del ghiaccio e dei suoi biota in relazione al sistema pelagico nell'area della convergenza antartica ed analizzare la distribuzione del bentos nella zona meridionale del mare di Weddell.

Per realizzare il progetto proposto sono state effettuate tre campagne oceanografiche nella primavera-estate australe 1988-89, nel mare di Weddell (R/V Polarstern). I componenti italiani hanno partecipato alla prima (11 ottobre-20 novembre 1988) ed alla terza crociera (11 gennaio-10 marzo 1989).

L'attività svolta nella prima crociera riguardava lo studio della distribuzione dei nutrienti disciolti e della biomassa fitoplanctonica nel mare di Weddell nord-occidentale. I risultati ottenuti durante la campagna hanno contribuito ad ampliare le conoscenze sul ghiaccio e sulla zona marginale, favorevole all'innesco di bloom fitoplanctonici primaverili.

Durante la terza crociera, la partecipazione italiana ha comportato due diversi programmi di ricerca, aventi come scopo rispettivamente lo studio dei flussi di materia in relazione alla struttura idrologica ed i processi biogeochimici nei sedimenti di fondo e la loro interazione con gli organismi bentonici. I risultati ottenuti dimostrano come durante l'estate australe vi siano due aree ad alta produttività; la più elevata presente nel mare di Scotia a nord della confluenza Weddel-Scotia (57°S), la seconda nella zona meridionale del mare di Weddell in prossimità del margine del ghiaccio (61°30'S). La caratterizzazione biogeochimica dei sedimenti di fondo è stata finalizzata alla valutazione degli scambi tra la colonna d'acqua ed il sedimento di fondo stessi e, più in generale, alla messa a punto di un quadro ambientale per gli studi sulla meio e macrofauna bentoniche. L'analisi è stata effettuata nell'area della baia di Halley e di Kapp Norvegia.

Dal novembre 1989 si sono tenuti incontri e seminari internazionali sui risultati ottenuti durante il progetto.

Per il 1990 è previsto il completamento delle analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante le due crociere. Sarà proseguita l'elaborazione dei dati in cooperazione con gli altri gruppi di ricerca europei partecipanti al programma.

PROGETTO MAGELLANO (Sottoprogetto Terre Preantartiche)

Dal 31 novembre al 14 dicembre 1989 si è svolta una campagna oceanografica nello Stretto di Magellano. Tale campagna faceva parte di un programma pluriennale durante il quale oltre allo Stretto di Magellano verranno studiate anche altre aree strettamente legate allo Stretto.

Nell'ambito della campagna a mare sono state eseguite misure sismiche (12 linee sismiche ad alta risoluzione per un totale di circa 530 Km), correntometriche (2 stazioni fisse ubicate all'imboccatura atlantica e nel bacino antistante Punta Arenas), sedimentologiche (78 stazioni), idrologiche e biologiche (20 stazioni) e bentonologiche (56 campioni di benthos).

La squadra a terra ha svolto un programma di campionatura delle spiagge dello Stretto e di quelle atlantiche argentine, al fine di definire la provenienza e la dispersione dei materiali di fondo che dalle coste argentine vengono presi in carico dalle forti correnti di marea all'imboccatura orientale dello Stretto fino al suo interno.

Dalle analisi finora effettuate risulta evidente come lo Stretto di Magellano sia la zona di incontro di tre masse d'acqua con caratteristiche fisicochimiche diverse, una di origine atlantica, una di origine pacifica ed una di origine continentale.

OCEANOGRAFIA GEOLOGICA

Nella prospettiva di unificare il più possibile gli sforzi scientifici, dato l'indiscutibile interesse offerto dalle ricerche in Antartide, vari Istituti delle Università e del CNR sono afferite al Progetto Antartide, coordinati dall'Università di Trieste, scelta come Polo di riferimento nazionale per il settore dell'Oceanografia Geologica.

Come è noto, l'Antartide è un frammento del protocontinente di Gondwana, del quale facevano parte, oltre al continente antartico, le attuali Sud America, Africa, Arabia, Madagascar, Ceylon, India, Australia e Nuova Zelanda. Data la sua posizione centrale nell'ipotetico supercontinente, l'Antartide riveste un ruolo di primo piano per la comprensione della storia geologica di Gondwana e della sua frammentazione.

La maggior parte della piattaforma continentale antartica fa parte di un margine passivo, profondamente modellato dall'attività glaciale, cominciata all'incirca 25 milioni di anni BP, nel tardo Oligocene. La copertura glaciale continentale ha raggiunto la presente estensione nel Miocene medio. Morfologicamente il margine continentale che circonda l'Antartide consiste generalmente di una piattaforma continentale piuttosto stretta, una scarpata ripida ed un'ampia piana sottomarina. Il ciglio della piattaforma si trova a 500-900 m, quattro volte più profondo rispetto alla media mondiale. Tale profondità si suppone sia il risultato di subsidenza isostatica dovuta al notevole volume della cappa glaciale continentale.

La piattaforma continentale del Mare di Ross è invece notevolmente ampia, anche se comparata all'estensione media mondiale; è limitata a Sud dal Ross Ice Shelf, ad Est dal Marie Byrd Land e ad Ovest dalla Victoria Land. La profondità media è di circa 500 m. La piattaforma è solcata da una serie di fosse ad orientazione SW-NE nella sua parte occidentale e N-S nella parte orientale. Le fosse presentano profondità maggiori nel lato verso terra.

I sedimenti della piattaforma continentale antartica possono essere raggruppati in tre tipi principali (Anderson et al., 1982, 1983):

- orthotills
- paratills residuali
- paratills composti

Gli orthotills sono depositati direttamente dalle porzioni marine dei ghiacciai ed hanno subito rimaneggiamenti nulli o assai limitati. I paratills residuali sono stati depositati da ghiacci galleggianti, sotto l'influsso di forti correnti che hanno allontanato la componente fine. I paratills composti sono depositati da ghiacci galleggianti ed hanno tessitura simile a orthotills ma con un apporto ulteriore di materiali fini misti; la loro presenza sembra limitata a depressioni della piattaforma continentale interna, ove le correnti di fondo sono minime.

La componente biogenica, che, a causa dell'elevata produttività delle acque antartiche, talvolta risulta la principale componente del sedimento, è rappresentata essenzialmente da resti silicei (in massima parte diatomee e spicole di spugne). La frazione biogenica carbonatica, assai più rara, è dovuta essenzialmente all'accumulo di resti scheletrici di organismi bentonici (molluschi, echinodermi, crostacei, alghe, ecc).

Il sedimento più superficiale si presenta tipicamente come un fango verde olivastro, contenente fino al 30-50 % di frustoli di diatomee, per spessori fino a 50 cm. La distribuzione della silice biogenica nel Mare di Ross arriva a formare anche il 41% in peso nella parte più occidentale; il suo accumulo sulla piattaforma continentale antartica pare corrispondere ad un quarto della silice in soluzione che le sorgenti idrotermali ed i fiumi forniscono agli oceani.

Organizzazione interna

L'organizzazione delle ricerche nel campo della Geologia Marina e Sedimentologia ha portato alla costituzione di 11 Unità Operative, di cui 10 afferenti a varie Università italiane ed 1 al CNR:

- A) Sedimentologia della piattaforma continentale del Mare di Ross
- B) Coste e laghi
- C) Geochimica Isotopica
- D) Analisi mineralogica della componente "argillosa" (frazione < 2 micron) di sedimenti marini di fondo, lacustri e morenici
- E) Stratigrafia sismica del margine continentale antartico nella zona del mare di Ross
- F) Geofisica marina
- G) Indagini geomorfologiche (SBP e SSS) sulla piattaforma continentale e sull'orlo della scarpata del mare di Ross
- H) Ricerche geochimiche su sedimenti marini di fondo
- I) Caratterizzazione sismostratigrafica e sedimentologica dei fondali del Mare di Ross
- L) Classificazione di clasti
- M) Sedimentazione biogenica e carbonatica nel mare di Ross e valutazione degli accumuli

L'attività di queste unità operative è coordinata dall'Istituto di Geologia dell'Università di Trieste.

Partecipazione alle spedizioni

Le attività del Gruppo in Antartide sono iniziate durante la III Spedizione: a bordo della Polar Queen sono stati imbarcati 8 ricercatori (1 geologo marino esperto in sismica leggera, 2 geologi marini, 1 geomorfologo, 4 tecnici per sismica Sparker)

Alla V spedizione, a causa dell'annullamento della crociera della Cariboo, ha partecipato solamente un gruppo di 5 ricercatori (1 sedimentologo, 1 geochimico, 1 geologo marino, 1 chimico esperto di chimica delle acque, 1 tecnico elettronico), che ha operato nell'area della Base, con un programma di ricerca incentrato su rilievi e campionature della fascia costiera sia per quanto attiene ai sedimenti di fondo che alle acque costiere, delle spiagge emerse e dei laghi.

Nel corso dell'attività di campagna sono stati prelevati circa 118 campioni di sedimenti marini, eseguiti tre rilievi topografici della spiaggia emersa, campionate le acque e/o i sedimenti di fondo di 18 tra laghi e piccole pozze.

In collaborazione con le UU.OO. Oceanografia Chimica e Particellato organico sono state eseguite 15 stazioni idrologiche, con la campionatura complessiva di 100 quote, per determinare concentrazioni e caratteristiche della frazione inorganica del particellato sospeso. Ad integrazione dei dati di superficie, in corrispondenza di 51 delle stazioni sedimentologiche, sono stati eseguiti prelievi di campioni d'acqua.

Inoltre sono stati campionati 17 affioramenti morenici lungo le principali lingue glaciali comprese tra Cape Philippi e Hayes Head.

Durante l'estate australe 1990-91 (VI Spedizione) un numeroso gruppo di ricercatori, ha operato a bordo della R/V Cariboo nel Mare di Ross e a Baia Terra Nova, nel periodo compreso tra il 1 dicembre 1990 e il 24 gennaio 1991. I partecipanti erano divisi nei seguenti gruppi di lavoro:

- squadra navigazione (3 unità)
- squadra sismica (4 unità)
- squadra geofisica leggera (3 unità)
- squadra idrologia (1 unità)
- squadra campionature geologiche (7 unità)

cui vanno aggiunte due persone con compiti di coordinamento.

L'area investigata si estende approssimativamente tra il 70° ed il 76° parallelo sud, la costa della Northern Victoria Land e meridiano 180° e comprende le principali entità morfologiche (banchi e bacini) del Mare di Ross occidentale.

La finalità di questa campagna era di estendere ed ampliare ad altri settori della piattaforma continentale ed alla scarpata agli studi già iniziati nel corso della III Spedizione. Le tematiche affrontate sono:

- individuazione dei lineamenti morfologici e strutturali della piattaforma e del margine
- individuazione e caratterizzazione dei principali corpi sedimentari sulla piattaforma e sulla scarpata, analisi della loro provenienza e dispersione
- studio dei processi sedimentari relativi alla piattaforma e quantificazione dei tassi di sedimentazione, con particolare riferimento alla sedimentazione biogenica silicea
- studio della frazione inorganica del particellato sospeso e sue relazioni con le caratteristiche delle masse d'acqua.

A tal fine sono stati eseguiti circa 1600 miglia nautiche di profili Sparker e S.B.P., 70 miglia nautiche di rilievi S.S.S., 35 carotaggi a gravità e caduta libera, 35 campioni superficiali con box corer e 16 con benna e 25 stazioni idrologiche.

Sono state anche iniziate ricerche oceanografiche nelle regioni periantartiche dell'America meridionale, previste con una durata pluriennale comprendenti l'area dello Stretto di Magellano, alcuni canali meridionali situati nella Terra del Fuoco e il braccio di mare che separa il continente americano dalla penisola antartica (Paso Drake).

La prima crociera si è svolta nel periodo 31 novembre-14 dicembre 1989 ed ha interessato tutto lo Stretto di Magellano, dal versante atlantico al versante pacifico, per una lunghezza complessiva di circa 700 km.

Nell'ambito della campagna a mare sono stati eseguiti:

- 530 km di linee sismiche ad alta risoluzione
- rilevamenti correntometrici a medio periodo (12 gg. circa) in n. 2 stazioni e a periodo intertidale (24 ore) in una stazione fissa;
- n. 101 profili C.T.D.;
- n. 20 stazioni idrobiologiche di cui una a periodo intertidale (per un totale di 19 campioni di zooplancton, 58 di microzooplancton e 140 di fitoplancton);
- n. 78 stazioni sedimentologiche per il prelievo dei sedimenti superficiali e 6 carote di lunghezza complessiva pari a 12.9 m;
- n. 56 campioni di benthos in corrispondenza delle stazioni sedimentologiche.

In parallelo, sono state campionati i sedimenti delle spiagge emerse dello Stretto e delle coste atlantiche argentine da Punta Dungeness a Rio Santa Cruz, al fine di definire, principalmente su base mineralogica, la provenienza e la dispersione dei materiali che dalle coste argentine vengono presi in carico dalle forti correnti di marea che entrano dall'imboccatura orientale dello Stretto di Magellano.

La seconda campagna, che estenderà l'area di indagine al Canale Beagle e al Seno Almiranzago, si è tenuta nel marzo 1991.

Nell'ambito della campagna sono stati eseguiti:

- 709 Km di linee sismiche a riflessione multicanale;
- 238 Km di rilievi a gravimetria;
- 2632 Km di rilievi batimetrici.

Durante la campagna sono stati raccolti 87 campioni con benne ed eseguiti 5 carotaggi per un totale di 21,74 m di carota sia ad integrazione delle campionature già eseguite nel tratto occidentale dello stretto che per estendere la campionatura alle due imboccature dello stretto e all'interno di quattro canali.

Sintesi dei risultati scientifici

Aree antartiche

Nel corso della III spedizione sono stati eseguiti rilievi, batimetrici, sismici ad alta risoluzione, SBP a 3.5 kHz e Side Scan Sonar, oltre che campionature dei fondali. L'area investigata si estende per circa 300 km dalla costa di Baia Terra Nova e della Northern Victoria Land, tra l'isola di Coulman a Nord e Franklin Island a Sud.

Lo studio di alcune zone costiere in prossimità della Base italiana ha consentito una prima descrizione delle caratteristiche sedimentologiche e geomorfologiche di alcune spiagge quaternarie. Un primo confronto tra le caratteristiche dei sedimenti delle spiagge attuali con quelle sollevate è stato condotto attraverso l'analisi della morfometria dei clasti: si può ipotizzare un progressivo decadimento dell'energia del moto ondoso nel tempo ed un maggior tempo di esposizione delle spiagge antiche all'elaborazione in ambiente marino. Inoltre è stato condotto uno studio su di una spiaggia attuale, che presentava impronte simili a crateri: questo tipo di morfologia è stata messa in relazione allo scioglimento di blocchi di ghiaccio galleggiante, spiaggiato da una tempesta, ed al rimaneggiamento dei sedimenti da parte del moto ondoso e delle maree.

Per quanto riguarda le ricerche lacustri, sulla base delle prime analisi eseguite, è stato osservato che il contenuto di NaCl è molto variabile, così come il tenore di solidi sospesi, che varia da 2 a 4 mg/l, con valori più elevati, fino a 19.6 mg/l, nei laghi ad elevata produttività biologica, mentre i valori minimi (inferiori a 0.5 mg/l) si ritrovano nei laghi non completamente deglaciati. Vi è inoltre una scarsa differenziazione tra sedimenti di bordo e di centro lago.

Sulla base dei profili geofisici (21 miglia nautiche di Side Scan Sonar, 1131 miglia nautiche di Sparker e 1171 miglia nautiche di Sub Bottom Profiler) si è potuto riconoscere che sulla piattaforma interna, tra il Drygalski Basin e la terraferma, vi è una sottile copertura sedimentaria olocenica: è stata anche identificato un affioramento di rocce stratificate, riconducibile a metamorfiti. La morfologia dell'area compresa tra Cape Washington e Cape Russel appare controllata dalla tettonica e da fenomeni vulcanici di origine recente. La piattaforma esterna, ad Est del Drygalski Basin si presenta ricoperta da un sottile strato (50-100 cm), trasparente dal punto di vista acustico. I profili Sparker mostrano che la complessa morfologia del Mare di Ross risulta influenzata dalla neotettonica, i banchi esterni (Crary e Mawson Bank) sono separati da depressioni, generate dalla combinazione di tettonica ed erosione glaciale, con orientamento NNE-SSW.

L'area ad est di Franklin Island può essere interpretata come un banco vulcanico sommerso che si estende lungo il bordo meridionale della cresta che si spinge verso il Crary Bank. I due riflettori identificati nel Joides Basin rappresentano superfici di erosione.

Sono stati raccolti 170 campioni di fondo con benna tipo Van Veen: i risultati delle analisi tessiturali sono stati elaborati mediante tecniche di analisi multivariata, con lo scopo di suddividere l'area in zone con differenti caratteristiche dei sedimenti e quindi con diversa modalità di sedimentazione. La zonizzazione proposta tiene naturalmente conto anche dei principali risultati delle analisi geochimiche, mineralogiche, paleontologiche, nonché dai rilievi geofisici.

L'elaborazione di questi dati ha portato all'individuazione di 5 aree: le prime tre comprendono la zona costiera, fino al Drygalski Basin. Prevalgono, mediamente, sedimenti grossolani, dal momento che l'area è soggetta agli apporti terrigeni dei ghiacciai, rielaborati, particolarmente nella zona costiera, da correnti di fondo e dal moto ondoso, che tendono ad allontanare le frazioni pelitiche fini. Le altre due aree (piattaforma esterna) comprendono il Crary e Mawson Banks ed il Joides Basin. La parte sommitale dei banchi è ricoperta da sedimenti glaciali (till) scarsamente rielaborati e praticamente privi di apporti attuali; localmente si ritrovano tasche di sedimenti sabbiosi, originate dall'azione di correnti di fondo.

Nell'area del Joides Basin si ritrovano sedimenti fini, che rappresentano il risultato dell'attuale sedimentazione di ambiente marino: silt fini e argille, prevalentemente di origine biogenica.

Sono stati anche utilizzate misure di suscettività magnetica per il riconoscimento dei patterns di dispersione dei sedimenti sulla piattaforma continentale.

Le concentrazioni degli elementi maggiori e minori mostrano che il SiO₂ e Al₂O₃ sono gli ossidi prevalenti: gli ossidi di Fe, Ca, Mg, Na e K sono presenti in ordine decrescente di abbondanza. Di seguito vengono riportati i ranges di concentrazione in parti per milione (ppm) di alcuni elementi in tracce:

Elemento	Media	Range
Cr	47	11-97
Ni	23	<2-40
Co	63	20-135
V	49	10-75
Cu	25	3-104
Pb	15	7-32
Zn	50	<10-133
Cd	0.11	<0.04-0.72

Cobalto e Piombo mostrano un comportamento geochimico anomalo, rispetto ad altri metalli degli stessi gruppi geochimici. L'analisi dei dati geochimici ha permesso di individuare cinque gruppi di sedimenti con localizzazione geografica e condizioni batimetriche diverse.

I tenori di C e N organici variano rispettivamente da 0.21 a 1.35% e da 0.02 a 0.18%: questi valori rientrano nel campo di variabilità già noto, per l'area, dalla letteratura. I tenori più elevati si riscontrano nel Joides Basin, mentre i minimi sono stati misurati sul Crary Bank.

Inoltre è stata studiata la composizione mineralogica, sia mediante conteggio al microscopio dei minerali pesanti e leggeri, che diffrazione a raggi X sulla frazione inferiore a 50 micron.

Studi preliminari sulle associazioni silicee hanno indicato una prevalenza di diatomee, spicole di spugne, silicoflagellati e frammenti di radiolari. Sono state analizzate anche le faune a foraminiferi e ostracodi: per quanto riguarda i foraminiferi sono state riconosciute tre associazioni: calcarea, calcareo-agglutinante e agglutinante, la cui distribuzione è in relazione alla profondità.

Il tasso di sedimentazione varia da 0.03 a 0.15 g/cm²/anno, mentre il flusso del piombo varia da 0.32 a 0.51 dpm/cm²/anno. Inoltre sono stati calcolati i livelli di silice biogenica e di carbonio organico nei sedimenti superficiali.

Sono stati campionati materiali eolici per intercettazione mediante tele: i valori di concentrazione variano da 11 a 139ng/mc. Oltre a particelle grossolane provenienti dai terreni circostanti, sono state segnalate numerose particelle di probabile origine cosmica e frammenti di origine biogenica (diatomee).

Aree periantartiche

Le prime indagini sedimentologiche sui sedimenti dello Stretto di Magellano superficiali hanno evidenziato tre zone differenti, la cui distribuzione areale risulta strettamente connessa alle particolari condizioni idrodinamiche dello Stretto: la prima compresa tra l'imboccatura Atlantica e l'imboccatura del Seno Magdalena, dove prevale l'influenza atlantica; la seconda, tra il Seno Magdalena e l'isola Carlos, caratterizzata da mescolamento delle acque atlantiche, pacifiche e di scioglimento dei ghiacci; la terza, tra l'isola Carlos e l'imboccatura pacifica (Punta Deseado), caratterizzata dalle acque provenienti dall'Oceano Pacifico.

Da un primo esame, la distribuzione tessiturale dei sedimenti rispecchia la suddivisione idrodinamica sopra esposta. In particolare nella prima zona prevalgono sedimenti di tipo limoso-sabbioso; le loro dimensioni medie aumentano (ghiaie e sabbie molto grossolane) nei fondali interessati da forte idrodinamismo legato alle correnti di marea (imboccatura atlantica e zona compresa tra la Primera e la Segunda Angostura).

Nell'area centrale sono stati rinvenuti sedimenti prevalentemente di origine glaciale (tilliti). E' possibile che, all'interno di essa, esistano delle ulteriori suddivisioni legate alle zone di influenza dei singoli ghiacciai. Gli apporti dei materiali di origine atlantica e pacifica risulterebbero estremamente ridotti.

L'area pacifica è caratterizzata da sedimenti fini talora mescolati, specialmente nella parte più interna dello Stretto, a tilliti di origine locale.

I rilievi idrologici hanno evidenziato tre distinte zone, caratterizzate da una diversa distribuzione dei parametri fisici: una zona, compresa tra l'imboccatura atlantica e l'imboccatura del Seno Magdalena presenta valori di salinità di 32 P.S.U. e temperatura di 7.4°C; una seconda zona compresa tra il Seno Magdalena e l'Isola di Carlos presenta valori di salinità di 31 P.S.U. e dei valori di temperatura che, diminuendo dalla superficie (7.5°C) al fondo (7.0°C), con ad un minimo di 6.6°C a

-200 m, evidenziano l'instaurarsi di un gradiente verticale. La terza zona, dall'isola di Carlos all'imboccatura pacifica, è caratterizzata da una ulteriore diminuzione della salinità (28 P.S.U.), parallelamente ad un aumento della temperatura, che, anche in questa zona, presenta un marcato gradiente verticale (da 7.4°C in superficie a 8.5°C al fondo); è presente un massimo (8.9°C) a circa 250 m di profondità.

A tali dati preliminari vanno aggiunti i risultati delle analisi, su tutta la colonna d'acqua, dei nutrienti (ammoniaca, nitriti, nitrati, fosfati, silicati), del pH, dell'alcalinità, di alcuni parametri conservativi (Ca, F, SO₄, ecc.) e dei metalli pesanti.

Lo schema basato su una ripartizione in tre aree viene evidenziato anche dalla distribuzione del particolato totale, con concentrazioni elevate dall'imboccatura atlantica fino alla Primera Angostura. Tenori medi permangono fino al Seno Magdalena, mentre scarsissimo è il contenuto di particolato totale nel tratto terminale pacifico.

Per quanto attiene alle ricerche di tipo biologico, i sedimenti sono costituiti per la maggior parte da specie cosmopolite, stenoterme fredde, spesso in prevalenza costiera, mentre mancano completamente specie tipicamente antartiche o preantartiche. L'ambiente del tutto particolare dello Stretto e soprattutto l'area da Capo Froward all'imboccatura atlantica, seleziona specie largamente tolleranti, tranne che per la temperatura, adattate ad ambienti costieri ad alta trofia e presenti in quantità rilevanti. L'area da Capo Froward all'imboccatura pacifica invece è caratterizzata da scarse abbondanze di specie a caratteristiche generalmente più oceaniche.

Le maggiori abbondanze numeriche si rilevano nell'area centrale dello Stretto e sono dovute, oltre che ad alcune specie di tintinnidi, tra le quali predomina il genere *Tintinnopsis*, ad alti valori di larve di metazoi, che rappresentano una percentuale rilevante della produzione autoctona dello Stretto. Anche all'imboccatura atlantica si rilevano valori piuttosto alti, dati però soltanto dalla frazione a tintinnidi

SETTORE BIOLOGIA

Il settore Biologia ha svolto attività di ricerca nell'ambito del Progetto Nazionale di Ricerche in Antartide affrontando fondamentalmente due problemi. Il primo è quello della identificazione degli organismi; il secondo riguarda le loro modalità di adattamento all'ambiente.

L'utilità di questo tipo di indagini deriva dalla storia geologica del continente antartico e dalle attuali condizioni climatiche. La frammentazione del supercontinente Gondwana, lo spostamento verso il Polo Sud e le conseguenti glaciazioni, l'isolamento derivante dalla Convergenza Antartica rappresentano gli eventi che maggiormente hanno influito sulla distribuzione degli organismi e sull'evoluzione di particolari meccanismi di adattamento.

Il progetto esecutivo è stato interdisciplinare, coinvolgendo ricercatori appartenenti a unità operative delle Università italiane e del Consiglio Nazionale delle Ricerche, con studi che riguardavano la raccolta e la classificazione di organismi dei regni dei protisti, dei funghi, delle piante, degli animali; la valutazione dei rapporti filogenetici su base morfologica, biochimica e molecolare; l'analisi di meccanismi fisiologici e genetici di adattamento. Indagini biogeografiche e prime valutazioni sul ruolo dell'isolamento sono state condotte effettuando delle spedizioni anche in aree subantartiche.

Numerose e diverse sono state quindi le metodologie applicate. Dalle tecniche di campionamento di campioni di popolazione alle indagini a livello molecolare per l'allestimento di genoteche; dall'allevamento a basse temperature a tecniche di microscopia sia ottica che elettronica; dall'identificazione di strutture proteiche alla valutazione delle loro caratteristiche funzionali. In molti casi si tratta di metodiche originali che hanno consentito un più semplice approccio ai problemi affrontati.

I risultati ottenuti, oggetto di oltre 100 pubblicazioni su riviste italiane e straniere e discussi in Convegni Nazionali e Internazionali, possono essere così riassunti:

- 1) acquisizione di dati bibliografici;
- 2) costruzione di strumenti;
- 3) allestimenti di erbari e di collezioni faunistiche;
- 4) carte di distribuzione e banche dati;
- 5) individuazione e descrizione di specie dei diversi regni, molte delle quali nuove per la scienza;
- 6) caratterizzazione dei livelli di variabilità genetica e delle relazioni filogenetiche su base biochimica e molecolare in alcuni gruppi di Protisti e di Invertebrati;
- 7) valutazione delle relazioni fra strutture di proteine, organizzazioni tissutali, conformazione di organi alle condizioni di costante bassa temperatura;
- 8) identificazione e caratterizzazione di sistemi enzimatici legati al metabolismo di xenobiotici.

Notevole è il significato dei risultati ottenuti, non solo per ciò che concerne la conoscenza della struttura dell'ecosistema antartico, attraverso la classificazione delle componenti biotiche, ma anche per quanto riguarda le sue funzioni e i processi evolutivi che lo hanno interessato.

Lo studio dei licheni, che rappresentano gli organismi più importanti dell'ecosistema antartico terrestre, ha rivelato l'insufficienza della sistematica di questo taxon. Ciò è dovuto sia alla scarsità delle raccolte che alla inesatta valutazione dei polimorfismi osservabili nei campioni delle varie specie.

Nel corso delle campagne, sono stati effettuati campionamenti di licheni che hanno portato all'allestimento di un erbario con oltre 1600 campioni, e il relativo supporto, che per la sua completezza costituisce un sicuro punto di riferimento per le ulteriori indagini. L'osservazione diretta degli esemplari, può essere inoltre integrata con una vasta gamma di informazioni (morfologiche, chimiche, biologiche, geologiche, bibliografiche),

memorizzate in una banca dati, e con carte vegetazionali sulla distribuzione e sulla composizione delle associazioni. Studi funzionali hanno messo in luce una relazione fra attività fotosintetica e grado di umidità ambientale. Lo sviluppo di queste ricerche ha richiesto la costruzione di sistemi originali di rilevazione di parametri microclimatici.

Le ricerche condotte sui funghi, sia acquatici che terrestri, ha fornito, nuove informazioni sulla loro distribuzione e sugli adattamenti a condizioni di stress, derivanti dalle brusche variazioni di temperatura, concentrazioni saline e disponibilità di cibo.

Nei Protisti sono state individuate nuove specie che sono state allevate anche nei laboratori in Italia. Ciò ha consentito lo sviluppo di ricerche sulle modalità di accoppiamento e sui segnali chimici (feromoni) che li guidano. Le indagini genetiche sulla composizione di siti selezionati del DNA mediante l'uso di enzimi di restrizione hanno consentito di caratterizzare la struttura fortemente conservativa di alcuni geni delle proteine delle ciglia. Per contro il gene della betatubulina ha una organizzazione particolare che riflette uno specifico adattamento in rapporto alla trascrizione dei RNA messaggeri a bassa temperatura.

Per le specie animali, oltre alle indagini sulla composizione delle associazioni in diversi habitat antartici, importanti sono i contributi ottenuti per varie specie di Teleostei, in particolare nei Chennithidi e nei Nothotenidi.

Con tecniche citogenetiche sono stati identificati gli assetti cromosomici, e al contempo meccanismi di determinazione del sesso basata su più coppie di eterocromosomi. La modificazione del numero dei cromosomi e della loro struttura, identificata con tecniche di bandeggio, sembra seguire il meccanismo di fusione robertsoniana.

Il numero di regioni organizzatrici del nucleolo pare indicare una modalità di adattamento in rapporto alla quantità di ribosomi necessari per la traduzione delle proteine.

Per molti di questi prodotti genici sono state identificate le modalità di funzionamento con la valutazione dei principali parametri biochimici e di cinetica enzimatica. In questo modo è stato saggiato il ruolo di particolari proteine (metallotioneine) in relazione alle basse temperature, alle capacità di omeostasi fisiologica, di accumulo e detossificazione di metalli pesanti, o di selezionate categorie di sostanze inquinanti.

Notevole sviluppo hanno avuto le ricerche sui problemi connessi con la presenza e il trasporto dell'ossigeno.

Nel primo caso lo studio ha interessato le relazioni fra quantità di ossigeno nei tessuti e concentrazione di enzimi antiossidanti che hanno una funzione di protezione dai danni originati dai radicali liberi di ossigeno.

Nel secondo caso sono state identificate le emoglobine in numerose specie di pesci e valutate le loro caratteristiche funzionali di formare legami con l'ossigeno a varie condizioni, in rapporto alla loro struttura molecolare .

Un adattamento particolare è stato descritto per la struttura "a spugna" del cuore del pesce *Chaenocephalus*, che lavora come una pompa di volume a bassa frequenza.

I risultati ottenuti per gli invertebrati (Crostacei, Nematodi) si riferiscono soprattutto alle distribuzioni dei livelli di variabilità genetica. I polimorfismi proteici si sono rivelati molto utili per valutare le relazioni fra struttura genetica e ambiente, fra ospite e parassita, fra differenziamento genetico e fenomeni di speciazione.

Questi dati assumono una certa rilevanza in quanto il confronto comprende anche popolazioni di origine subantartica. In questo modo, è possibile un approccio in termini biogeografici ai processi evolutivi, alla luce anche dell'evoluzione geologica.

In definitiva, si può ritenere che i dati ottenuti dal settore Biologia portino importanti contributi circa i modelli di differenziamento e di speciazione; le relazioni fra temperatura e strutture morfologiche, regolazioni fisiologiche, patrimonio genetico degli organismi studiati; i meccanismi che regolano l'attivazione di geni in condizioni di stress e quelli di detossificazione.

Nel corso del quinquennio di attività è andato sempre più allargandosi il coordinamento fra le diverse unità e la loro collaborazione con enti e istituzioni straniere, sia attraverso il confronto dei dati che con la partecipazione a missioni di ricerca organizzate da tali enti. Il Settore di Biologia è rappresentato in iniziative della European Science Foundation (ESF) come il Progetto EPOS, dove ha portato contributi sia nella fase di definizione scientifica della campagna che di missione, e, più recentemente in strutture organizzative europee come il Comitato ECOPS, istituito congiuntamente dalla ESF e dalla CEE..

Sintesi dei risultati raggiunti

Il settore Biologia ha svolto attività di ricerca affrontando fondamentalmente due problemi:

- l'identificazione degli organismi;
- le loro modalità di adattamento all'ambiente.

Il programma operativo degli studi ha avuto carattere interdisciplinare, coinvolgendo ricercatori appartenenti a unità operative delle Università italiane e del Consiglio Nazionale delle Ricerche, con attività che hanno riguardato la raccolta e la classificazione di organismi dei regni dei protisti, dei funghi, delle piante, degli animali; la valutazione dei rapporti filogenetici su base morfologica biochimica e molecolare; l'analisi di meccanismi fisiologici e genetici di adattamento.

Indagini biogeografiche e prime valutazioni sul ruolo dell'isolamento sono state condotte effettuando delle spedizioni anche in aree subantartiche. Numerose e diverse sono state le metodologie di lavoro applicate e che hanno riguardato:

- tecniche di campionamento della popolazione;
- indagini a livello molecolare per l'allestimento di genoteche;
- allevamento a basse temperature;
- tecniche di microscopia sia ottica che elettronica;
- identificazione di strutture proteiche e valutazione delle loro caratteristiche funzionali.

In molti casi si è trattato di metodiche originali che hanno consentito un più semplice approccio ai problemi affrontati. I risultati ottenuti, oggetto di oltre 100 pubblicazioni su riviste italiane e straniere e discussi in Convegni Nazionali e Internazionali, possono essere così riassunti:

- 1) acquisizione di dati bibliografici;
- 2) costruzione di strumenti;
- 3) allestimenti di erbari e di collezioni faunistiche;
- 4) carte di distribuzione e banche dati;
- 5) individuazione e descrizione di specie dei diversi regni, molte delle quali nuove per la scienza;
- 6) caratterizzazione dei livelli di variabilità genetica e delle relazioni filogenetiche su base biochimica e molecolare in alcuni gruppi di Protisti e di Invertebrati;
- 7) valutazione delle relazioni fra strutture di proteine, organizzazioni tissutali, conformazione di organi alle condizioni di costante bassa temperatura;
- 8) identificazione e caratterizzazione di sistemi enzimatici legati al metabolismo di xenobiotici.

Notevole è il significato dei risultati ottenuti, non solo per ciò che concerne la conoscenza della struttura dell'ecosistema antartico, attraverso la classificazione delle componenti biotiche, ma anche per quanto riguarda le sue funzioni e i processi evolutivi che lo hanno interessato.

In linea generale il programma di ricerca relativo al 1991 tenderà alla conclusione della prima fase conoscitiva della zona studiata, in tutti i vari campi in cui la ricerca biologica si è articolata ed all'avviamento di nuove linee di ricerca, risultate particolarmente interessanti valide, sulla base dei dati ottenuti durante le prime campagne.

TELEMEDICINA

La linea di ricerca in Antartide si è articolata secondo il programma stabilito, in due filoni:

- 1) La messa a punto di un sistema di telemedicina che possa essere di ausilio per il personale della base in caso di emergenze medicochirurgiche non direttamente risolvibili in loco;

- 2) Lo studio delle modificazioni del sistema vascolare periferico nei soggetti impegnati nelle attività di campagna.

La prima trasmissione dati dall'Antartide con il primo prototipo del sistema ALTAIR è avvenuta nel 1988. La trasmissione avveniva dalla nave e venivano trasmessi segnali doppler ed ECG (12 registrazioni) a 300 baud; sono stati superati numerosi problemi tecnici per la maggior parte rilevati durante le prime prove di trasmissione che non erano noti, non essendoci esperienza per questo tipo di trasmissioni. Il sistema doveva anche comprimere i dati per diminuire i tempi di trasmissione.

Nella campagna successiva (1989/1990) sono stati svolti degli studi sugli adattamenti dell'apparato circolatorio al freddo facendo delle misurazioni durante il corso di addestramento del personale in Val d'Aosta e ripetendole al ritorno dalla campagna in Nuova Zelanda. L'uso di apparecchiature di indagine vascolare come il Doppler ad onda continua nello studio degli adattamenti al clima antartico non era mai stato tentato, probabilmente anche per l'elevata manualità che questi sistemi richiedono. Il sistema utilizzato è stato sviluppato proprio per cogliere e valutare anche le minime variazioni dei flussi periferici. Si è dimostrato molto affidabile ed ha permesso di dimostrare che avvengono degli adattamenti circolatori significativi, valutati comparando i risultati dei test al freddo svolti durante l'addestramento con quelli eseguiti al ritorno della spedizione.

Il sistema è stato ritenuto degno di presentazione alla fiera del Levante (stand CNR, Bari 1989) ed alla fiera di Milano (stand CNR, 1989). Inoltre i risultati sono stati presentati per la prima volta nel rapporto dell'attività italiana allo SCAR (Scientific Committee for Antarctic Research), l'organismo che sovrintende il Trattato antartico.

Nel 1990 inoltre sono stati svolti studi con un teletermografo ad alta risoluzione sugli adattamenti circolatori a breve e medio termine, inoltre di teletrasmissione dati a 1200 baud di parametri circolatori, di elettrocardiogrammi, di immagini teletermografiche e di files di vario genere, ed è stato presentato un Report allo SCAR.

E' stato utilizzato il sistema ALTAIR II in versione definitiva, sviluppato sulla base dell'esperienze precedenti. La velocità di trasmissione è stata portata a 1200 baud e sono stati trasferiti dati vascolari ma anche di vario genere. Gli studi svolti con il teletermografo ad alta risoluzione hanno permesso di mettere a punto un sistema per ottenere immagini anatomiche del sistema arterioso della mano in modo incruento, presentato anche in un breve servizio sulla rivista "le Scienze" nell'ottobre 1990. Sono stati indagati alcuni meccanismi dell'adattamento a breve e medio termine del sistema circolatorio.

Nel luglio 1990 si è svolto un workshop dal titolo "il programma di Medicina in Antartide; esperienze e prospettive" presso il CNR di Roma.

Nell'ultima campagna è stato messo a punto il sistema di gestione e trasmissione di immagini, sono stati svolti studi con un doppler transcranico. E' stato messo a punto un sistema per l'acquisizione e la teletrasmissione sia di immagini radiologiche che di altro genere. E' stata messo a punto un sistema per effettuare la trasmissione dati senza l'ausilio di un operatore nella stazione ricevente oppure per consentire all'operatore in Italia di gestire in modo "remoto" la trasmissione dati dall'Antartide.

IMPATTO AMBIENTALE METODOLOGIE CHIMICHE

Attività e risultati scientifici

L'interesse per gli studi ambientali in Antartide è determinato dalla esigenza di conoscere scientificamente la realtà di quel territorio lontano in riferimento agli effetti dell'interazione determinata dalle tecnologie del mondo industrializzato. L'inquinamento ambientale di origine antropica è uno dei più complessi problemi da affrontare. Per una corretta valutazione dell'impatto prodotto dalle attività umane sull'ambiente, necessita l'individuazione di un sistema non antropizzato, in cui non siano presenti problemi di inquinamento, da utilizzare come riferimento.

L'Antartide, per la sua posizione geografica, rappresenta un sistema unico, sia da un punto di vista ecologico che dal punto di vista dell'influenza umana, presumibilmente la più bassa riscontrabile, che può essere proposto come riferimento ideale per lo studio di problemi di contaminazione di sistemi antropizzati. Tuttavia pochi dati sono reperibili a causa delle difficoltà logistiche e delle condizioni climatiche avverse.

La ricerca che il gruppo Impatto Ambientale-Metodologie-Chimiche svolge in Antartide è assai vasta, dato il numero delle Unità Operative interessate ed ha come scopo lo studio di inquinanti sia organici che inorganici in matrici diverse. Per quanto concerne l'atmosfera oltre allo studio di CO, CO₂, CH₄ e H₂ sono presi in esame clorofluorocarburi e sostanze organiche clorurate assieme a composti azotati, solforati ed alogenati, i maggiori responsabili delle deposizioni acide. Viene inoltre dato particolare rilievo allo studio dei processi di adsorbimento e partizione selettiva sull'interfaccia aria-acqua e quindi al materiale tensioattivo che prende parte ai processi e che dovrebbe essere prevalentemente di origine naturale. A questo scopo l'attenzione è rivolta anche alla caratterizzazione di sostanze umiche che giocano un ruolo importante nei processi di trasferimento e scambio.

Accanto a questo studio e strettamente correlato con esso vi è quello di elementi e composti presenti in tracce, sia organici che inorganici, e la loro speciazione nell'acqua di mare, nel particolato, nei sedimenti e negli organismi marini. Elementi in tracce e radionuclidi vengono anche ricercati in matrici diverse da quelle marine, quali neve, ghiaccio e acqua di scongelamento, acqua di lago e terreno. Gli studi condotti su tali matrici sono

del resto completate con ricerche relative a composti organici quali erbicidi, pesticidi, bifenili e policlorurati che possono essere utilizzati come traccianti e quindi permettere lo studio dei meccanismi di trasporto.

Queste conoscenze consentiranno di rilevare l'eventuale stato di contaminazione da parte di sostanze chimiche e di contribuire alla definizione di un riferimento per la valutazione della qualità di componenti l'ecosistema.

Programma generale

Gli aspetti chimici dell'impatto ambientale riguardano la caratterizzazione analitica e chimico fisica di alcune componenti l'ecosistema. Il programma viene realizzato mediante la messa a punto e l'utilizzazione di metodologie analitiche avanzate per la determinazione di sostanze chimiche a livello di cracce e di sub-tracce nelle seguenti componenti l'ecosistema antartico: acqua di mare, particolato, sedimenti, aria, aerosol, deposizioni meteoriche, ghiaccio, organismi e suolo. Il programma pluriennale del gruppo "Impatto Ambientale-Metodologie chimiche" presenta i seguenti obiettivi:

- a) la valutazione chimico-analitica di un ecosistema ritenuto a livello "zero" di inquinamento e dell'eventuale impatto ambientale determinato dallo sviluppo tecnologico in aree lontane;
- b) la conoscenza del livello di qualità delle componenti l'ecosistema;
- c) lo studio della distribuzione, trasporto e accumulo di sostanze organiche ed inorganiche di rilevante importanza dal punto di vista geochimico, biologico e tossicologico in componenti diverse del sistema in esame.

L'analisi e la valutazione dei dati ambientali saranno effettuate in collaborazione con i gruppi di ricerca dei settori: biologia, fisica, geomineralogia ed oceanografia.

Campagna 1987-88

Nell'ambito del programma pluriennale, l'attività del primo anno prevedeva un'indagine chimico-analitica preliminare sulle componenti ambientali di maggior interesse con priorità per quella oceanografica.

Considerato che: 1) le conoscenze dell'area studiata erano molto scarse; 2) la maggior parte delle analisi doveva essere svolta in Italia per cui era necessario prelevare, conservare e trasportare un notevole numero di campioni; 3) il tempo a disposizione per la attività del gruppo in Antartide sarebbe stato prevedibilmente ristretto, è stato previsto un piano di campionamento contenuto ma sufficiente per ricavare le informazioni di base necessarie alla programmazione di uno studio futuro più ampio e completo.

Gli obiettivi principali raggiunti nel corso della spedizione in Antartide sono stati:

- a) prelievo di campioni;

- b) allestimento dei laboratori chimici a bordo della Polar Queen e nel campo base;
- c) messa a punto della strumentazione ed esecuzione di misure in campo.

I compiti svolti hanno riguardato, oltre all'allestimento dei laboratori chimici, l'installazione e messa a punto di tutte le apparecchiature scientifiche (polarografo, gascromatografo, spettrofotometro di assorbimento atomico, apparati per omogenizzazione e liofilizzazione di campioni biologici, apparato per la filtrazione di campioni di acqua di mare per analisi di metalli in tracce, apparato di filtrazione ed estrazione su colonna per analisi organiche in acqua di mare, precipitatore per analisi radiochimiche in acqua di mare, apparato di campionamento per acqua di mare, sistemi di deionizzazione e ultrapurificazione di acqua), il prelievo e il pretrattamento dei campioni (acqua di mare e relativo particellato, sedimenti, neve, ghiaccio, terreno ed organismi) e l'analisi chimica di alcuni campioni mediante tecniche polarografiche, gascromatografiche e spettrometria di assorbimento atomico.

L'attività svolta può essere divisa in due parti: a) attività oceanografica, 1-31 gennaio 1988; b) attività presso il campo base, 1-15 febbraio 1988.

a) Attività oceanografica

Sono stati prelevati, pretrattati e suddivisi per i vari gruppi di ricerca 12 campioni di acqua di mare nelle Stazioni previste.

Su tutti i campioni è stata eseguita l'analisi polarografica per la determinazione di alcuni metalli pesanti a livello di ultratracce.

Sono stati prelevati anche due campioni di neve (Vegetation Island e Ghiacciaio Drygalski).

b) Attività a terra

L'attività al campo base ha avuto come primo obiettivo l'allestimento dei tre laboratori con la messa a punto di strumentazione (sistema per analisi polarografica, spettrofotometro per assorbimento atomico, gascromatografo). Contemporaneamente sono stati prelevati campioni di terreno, campioni di ghiaccio e di ulteriori campioni di neve

Nell'ambito delle misure strumentali sono state eseguite le misure polarografiche sui campioni di acqua di mare, di scorrimento e di lago. È stata effettuata l'analisi gascromatografica (specifica per idrocarburi clorurati) di standards per calibrazione dello strumento, analisi di bianchi e campioni, evidenziando la presenza di alcuni composti clorurati a livello di ultratracce. Mediante spettrometria per assorbimento atomico sono stati determinati, su campioni di cinque stazioni marine e su campioni di acque di lago, i seguenti metalli: rame, nichel, cadmio, piombo, ferro, cromo. È stata eseguita la determinazione del mercurio in campioni biologici (Pagotenia bernacchii).

L'attività di analisi e studio è stata completata sui campioni portati in Italia e conservati secondo opportune procedure.

Risultati sperimentali e discussione

In questa fase iniziale, il lavoro di ricerca è stato dedicato all'individuazione e alla messa a punto di metodologie analitiche avanzate riguardanti le fasi di prelievo, concentrazione, pretrattamento del campione e misure strumentali.

Infatti un esame della letteratura riguardante ad esempio i contenuti medi di vari ioni metallici in tracce in acqua di mare, nella neve e nel ghiaccio antartici, mostra che i primi dati sono stati sottoposti negli ultimi anni ad un esame critico alla luce delle analisi più recenti e, come risultato del lavoro di revisione compiuto, i valori medi oggi accettati sono significativamente inferiori a quelli giudicati attendibili nel decennio precedente.

Lo stesso fatto del resto è stato riscontrato per i risultati analitici riguardanti l'acqua di mare oceanica. Questo va attribuito sostanzialmente all'affinamento delle condizioni di raccolta dei campioni, di conservazione e di analisi, ed all'uso di metodi di preconcentrazione molto efficaci nonché di tecniche strumentali di misura molto sensibili. I valori più elevati ottenuti in precedenza erano da attribuire in gran parte alla contaminazione dei campioni durante la manipolazione nel corso del prelievo e dell'analisi ed a condizioni di conservazione non corretta. Inoltre i dati più attendibili sono quelli relativi ad analisi eseguite in laboratori "puliti" (ad atmosfera controllata in "Classe 100") e facendo ricorso all'impiego di reattivi ad elevatissima purezza.

I risultati ottenuti dalle ricerche effettuate sulle varie componenti riguardano

- acqua di mare
- elementi in tracce
- composti organici
- radioattività
- particellato marino
- sedimenti marini
- aereosol marino
- organismi marini
- deposizioni meteoritiche

Sono stati esaminati campioni di deposizioni meteoritiche (neve) e di ghiaccio allo scopo di caratterizzare le principali specie inorganiche: cloruro, nitrato, solfato, sodio, potassio, magnesio, calcio e i seguenti metalli pesanti cadmio, rame, nichel, cromo e manganese.

I risultati ottenuti rivelano una preponderante presenza di ioni Na^+ e Cl^- provenienti da aereosol marino e l'arricchimento (in rapporto alla composizione marina) di ioni Ca^{++} e Mg^{++} originati dalla vicina catena montuosa transantartica.

Sono state effettuate misure di acidità della neve presente sulla superficie emersa che hanno evidenziato un valore medio di 3-5 microequivalenti per litro, valore molto vicino a quello già trovato in passato nel Polo Sud.

Per quanto riguarda la presenza di elementi in tracce si nota che i risultati preliminari di concentrazioni richiedono ulteriori approfondimenti e verifiche anche alla luce delle indagini sui campioni prelevati nelle successive campagne. Comunque per quanto riguarda cadmio e cromo i valori medi di concentrazione sono rispettivamente di 16 ng/kg e 25 ng/kg e sono confrontabili con dati di letteratura relativi ad altre zone antartiche. Misure preliminari sulla radioattività artificiale di neve e ghiaccio hanno portato per Cs137, ai seguenti risultati concentrazione nella neve <19.1 Bq/m³ acqua equivalente, concentrazione nel ghiaccio ,12 1 Bq/m³ acqua equivalente.

Terreno

In questa matrice è stata effettuata la misura di radioattività artificiale dovuta a Cs137. I primi dati espressi in Bq/kg secco, sono compresi fra 0.5 e 3.5.

Campagna 1988-89

Il secondo anno di attività del settore Impatto Ambientale- Metodologie Chimiche è stato principalmente rivolto allo studio delle componenti della superficie emersa con i seguenti obiettivi:

- a) prosecuzione del programma per il campionamento pluriennale delle componenti acqua continentale, sedimento, organismi ed atmosfera;
- b) rilevamento dei parametri già studiati nella campagna 1987-88 per valutarne l'andamento temporale ed ampliamento dell'indagine ad ulteriori parametri, in particolare potenziamento delle ricerche sulle componenti di terra e degli studi sui traccianti chimici di origine antropica e naturale nell'atmosfera, nell'acqua e nei sedimenti;
- c) ampliamento delle ricerche con l'estensione allo studio di altri traccianti ed una più completa caratterizzazione della componente organica dei sedimenti.

Per l'attuazione del programma è stato attuato un piano di campionamento dei seguenti componenti:

acqua di mare e particolato
ghiaccio marino
organismi marini e sedimenti
ghiaccio meteorico
neve
acqua e sedimenti di lago
acqua di scorrimento e sedimenti
terreno
organismi vegetali
aria ed aerosol

Oltre ai suddetti obiettivi è stata effettuata la riattivazione dei laboratori chimici della base, la messa a punto della strumentazione e l'effettuazione in laboratorio di alcune determinazioni analitiche, l'allestimento e collaudo di un laboratorio ad aria ultrapura.

Pretrattamento dei campioni ed analisi di laboratorio

Le operazioni di pretrattamento effettuate in laboratorio sono state principalmente la filtrazione, la precipitazione, la preconcentrazione su resina e l'acidificazione. Vari campioni di acqua di mare sono stati filtrati su membrana da 0.45 micron conservando il particolato raccolto su filtro. Per alcune unità operative il filtrato è stato acidificato, per altre preconcentrato su resina Chelex 100 in forma acida. La precipitazione di acqua di mare acidificata è stata effettuata con l'aggiunta di fosfomolibdato di ammonio ed il precipitato è stato conservato. Anche nel caso delle acque di scorrimento, alcuni campioni sono stati filtrati su membrana da 0.45 micron ed acidificati.

I campioni sono stati conservati utilizzando contenitori adeguatamente preparati nei laboratori di ricerca in Italia. Per le carote di ghiaccio meteorico e marino sono stati impiegati due tipi di contenitori, uno in acciaio inox e l'altro plastificato, in accordo al tipo di tubo carotatore utilizzato. Le temperature di conservazione sono state di -30°C e di $+4^{\circ}\text{C}$ a seconda dei campioni.

Sono stati analizzati alcuni dei campioni raccolti utilizzando due diverse tecniche analitiche strumentali: la spettrofotometria di assorbimento atomico e la cromatografia ionica. Nel primo caso sono stati analizzati 5 campioni di acqua di mare preconcentrati su resina Chelex 100 ed eluiti con acido nitrico; per ogni campione sono stati determinati i seguenti elementi: rame, ferro, cadmio e nichel. Con la cromatografia ionica sono stati analizzati i campioni di neve, ghiaccio e acqua di scorrimento, dopo averli filtrati su membrana da 0.45 micron. Per ogni campione sono stati determinati i seguenti anioni e cationi: cloruri, nitrati, solfati, sodio, potassio, magnesio e calcio.

Il laboratorio al Campo Base è stato arricchito con ulteriori strumentazioni per determinazioni chimicoanalitiche ed è stato dotato di un laboratorio in atmosfera controllata (Classe 100) per l'analisi di subtracce. Per quanto riguarda quest'ultima realizzazione è stato curato l'allestimento con particolare riguardo alle dotazioni ed al controllo della pressurizzazione differenziata. La qualità dell'aria, sotto le cappe a flusso laminare e nell'ambiente, è stata controllata con un contatore di particelle.

La disponibilità di detto laboratorio e di strumentazione chimico-analitica molto sofisticata in ambiente antartico, consente attività di ricerca più completa soprattutto nel trattamento dei campioni, nella preparazione degli standard e nell'effettuazione di nuove e più critiche misure strumentali. In particolare è possibile procedere all'analisi immediata di quei campioni per i quali la conservazione per le successive analisi in Italia risulta problematica.

Facendo seguito al Programma di Ricerca Pluriennale e a quanto già svolto appare evidente la necessità di proseguire l'attività sia nel settore oceanografico (procedendo allo studio della distribuzione degli analiti in funzione della profondità, prevedendo anche un maggior dettaglio nella rete di

campionamenti). sia nel settore dell'analisi del ghiaccio meteorico in profondità (allo scopo di ottenere il profilo di concentrazione delle specie chimiche in esso presenti e quindi ricostruire a storia dell'eventuale contaminazione), sia nel settore della chimica dell'atmosfera e delle acque interne.

Il prelievo dei diversi campioni (terreno, acqua, neve, ghiaccio, sedimenti, vegetali) è stato effettuato presso 19 stazioni, oltre a quelle per gli studi di caratterizzazione geochimica, distribuite nella zona circostante la base

Esame dei dati

Acqua di mare-Elementi in tracce
Dopo opportune verifiche precedentemente effettuate sull'affidabilità di sofisticate tecniche analitiche per studi in matrici antartiche (Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry, PIXE, A.A e ICP-AES) e di procedure riguardanti i pretrattamenti dei campioni costieri e di superficie, le varie Unità Operative (U.O) si sono dedicate allo studio per la determinazione di Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, in acqua di mare, nel particellato, nel pack marino ed anche di Co, Sr, V, nel particolato atmosferico marino.

I valori di concentrazione trovati corrispondono ai livelli oceanici citati in bibliografia per le acque costiere soggette a fenomeni di "up welling".

E' stata osservata una sensibile variazione della concentrazione del Cd in funzione del tempo, in particolare il valore diminuisce in concomitanza alla crescita della attività biologica.

Lo studio della speciazione di Cd ha dimostrato che la frazione inorganica di questo elemento varia da 21% al 75%. La concentrazione di leganti organici varia da 0.12 a 1.6 nM. La relativa costante condizionale media è, in scala logaritmica 9.5. Per quanto riguarda Pb non si è notata la variazione nel tempo osservata per Cd.

Gli studi di speciazione presentano risultati vicini a quelli trovati per Cd.

Acqua di mare-Composti Organici

E' stata confermata la presenza di sostanze chimiche organiche di origine antropica come PCB, idrocarburi, eterocomposti ed esteri degli acidi benzendicarbossilici. Alcune di queste sostanze sono presenti anche nel pack e nel particolato marino.

La concentrazione di PCB nell'acqua di mare sono dell'ordine di 1 ng/lt, si osserva che questi valori sono tipici delle acque oceaniche e non indicano una situazione di particolare contaminazione .

Comunque sono dati che vanno confermati e correlati con quelli relativi alla superficie emersa.

Organismi marini

Allo scopo di approfondire le conoscenze sui processi geochimici ed ambientali e sulla possibile influenza esercitata dalle attività antropiche sono state condotte le ricerche sulla distribuzione e speciazione di Hg e Se nel muscolo e nel fegato di un organismo marino denominato *Pagothenia Bernacchii*.

E' stata rilevata la presenza di mercurio inorganico, di mercurio organico ed è stata misurata la concentrazione totale di Se. In accordo con quanto trovato in altri organismi marini per esempio nel Mar Ligure, la concentrazione di Hg è più elevata nel tessuto muscolare rispetto al fegato contrariamente a quanto avviene per Se.

L'elevato valore della percentuale di mercurio organico (70% nel muscolo) presente nella specie antartica studiata è attribuibile a processi naturali biotici ed abiotici di metilazione.

Sedimenti marini

Alcune indagini condotte in questa matrice riguardano la determinazione delle frazioni di Zn, Pb, Cd, Cu e Cr legate alle varie fasi del sedimento.

I valori di concentrazione totale di questi elementi variano con i punti di prelievo e comunque rientrano fra quelli riportati in letteratura.

In questa matrice sono presenti idrocarburi aromatici e ftalati con un fattore di arricchimento di circa 100 rispetto all'acqua marina.

E' stata caratterizzata la componente organica naturale (acidi umici e fulvici) dei sedimenti marini. I risultati hanno evidenziato l'esistenza di una differenza fra la componente umica dei sedimenti marini antartici rispetto a quelli provenienti da altre regioni, per la elevata presenza della frazione alifatica rispetto a quella aromatica. Ciò riguarda anche i sedimenti lacustri.

Superficie emersa

Gli studi riguardano i laghi, le deposizioni meteoriche ed i terreni.

Le ricerche hanno considerato i metalli pesanti, gli alcalini e alcalino terrosi, le sostanze organiche, la caratterizzazione della componente organica naturale nei terreni e nei sedimenti lacustri.

In particolare per quanto riguarda le deposizioni meteoriche è stata studiata la caratterizzazione della neve nell'area in prossimità della Baia di Terranova. Il contenuto di Na e Cl ha messo in evidenza un contributo consistente dello spray marino alla composizione della neve, ma l'analisi dei risultati ha consentito di individuare per alcuni elementi (Ca e K) una origine crostale. Sui campioni di neve sono state determinate la concentrazione di acetati, formiati e acido metansolfonico che risultano più alte rispetto a quanto trovato da altri autori in carote di ghiaccio prelevate in Antartide ma confrontabili ai risultati riportati per precipitazioni piovose di aree non

particolari procedure di preconcentrazione date le quantità di campioni disponibili)

Acqua di mare

Non vi sono differenze apprezzabili per quanto riguarda il contenuto di Cs137 fra l'acqua di mare raccolta in mare aperto o sotto il pack. La concentrazione nell'ambiente marino considerato è molto bassa 0.40.5 Bq/m³. (Il Mare Adriatico, per confronto, presenta valori 10-12 volte più alti (1988) e nel periodo Chernobyl (1986) anche 200 volte superiori).

Organismi marini

Le quantità di campioni disponibili non consentono di compiere le necessarie operazioni di preconcentrazione al fine di ottenere valori superiori al limite di rilevabilità.

Terreni

I valori sono omogenei e congruenti a quelli osservati in gran parte del pianeta sia per i radionuclidi naturali che per quelli artificiali. I valori del Cs137 (che ci si aspetta a livelli decrescenti andando dall'emisfero Nord a quello Sud) non superano i 5 Bq/Kg p.s. A titolo di confronto i valori nell'area Nord Orientale Italiana per il Cs137 pre Chernobyl (si può ragionevolmente escludere che la nube radioattiva di Chernobyl sia rilevabile in zona Antartica), sono 10-20 volte più elevati.

Organismi vegetali terrestri

Sono stati analizzati licheni, muschi e terreno sottostante, i dati sono riportati sia come Bq/Kg p.s. che come Bq/Kg tal quale e Bq/m². I risultati sono congruenti e le diverse tecniche di misura mettono in evidenza la notevole capacità di questi organismi come intercettori e registratori dei fenomeni di inquinamento atmosferico e ciò si riflette in parte anche sul suolo sottostante. Inoltre i muschi sembrano comportarsi con maggiore efficacia rispetto ai licheni.

Sedimenti e organismi vegetali di lago

Sono stati analizzati campioni di cinque laghi e i valori riportati risultano congruenti. Si sono riscontrati valori discreti di Cs137 sia negli organismi vegetali (circa 14 Bq/Kg p.s.) imputabili a processi di cattura da parte delle piante, sia nei sedimenti, con valori maggiori in relazione al contenuto di sostanza organica presente nel sedimento.

Neve

Allo scopo di determinare il flusso di particolato depositato nella Regione Antartica, informazione indispensabile per la definizione dell'impatto antropico e della mobilità di alcuni elementi chimici, sono stati analizzati strati di neve fino ad una profondità di 80 cm. In ogni strato è stata determinata l'attività di Pb210 di provenienza atmosferica. La linearità osservata tra attività e profondità, ha permesso, sia pure a livello preliminare, di determinare l'equivalenza tempo/profondità. Su tale base è stato determinato, sul sito analizzato, un totale di 45 Bq/m² di Pb210, un accumulo netto di circa 5 Kg/m²/anno di neve ed una crescita media apparente del deposito di circa 2 cm/anno.

Campagna 1989-90

I programmi predisposti dal Settore riguardano:

- 1) Estensione delle conoscenze sulla presenza delle sostanze chimiche, già studiate, nell'ecosistema marino con ampliamento delle misure sia in superficie che lungo la colonna d'acqua. Indagini temporali sull'acqua di mare durante lo sviluppo dell'attività biologica;
- 2) Sulla superficie emersa è previsto un approfondimento delle conoscenze mediante aumento del numero di stazioni e lo studio in profondità dei ghiacci. Avvio di indagini temporali in altre componenti precedentemente studiate;
- 3) Studio e caratterizzazione chimica dell'atmosfera: misure di microinquinanti gassosi.

Sono state aumentate le potenzialità su alcune componenti ambientali, con particolare riferimento all'atmosfera, alle acque interne, ai sedimenti e al terreno. Tale potenziamento deriva essenzialmente dal consistente apporto determinato dall'inserimento nelle attività coordinate da questo Settore di sei nuovi gruppi di ricerca qualificati appartenenti sia all'Università che al C.N.R.

Attività in Antartide:

Campionamento

I campionamenti effettuati durante tutta la campagna 89-90 possono essere suddivisi in:

campionamento a terra
campionamento in mare
campionamento di aria

Per quanto si riferisce ai campionamenti a terra i campioni sono stati prelevati nelle stesse 19 stazioni delle campagne precedenti. In alcune i prelievi riguardano esclusivamente neve e ghiaccio, raccolti sia in superficie sia lungo una verticale ed effettuati con modalità diverse quali carotaggi e trincee, in altre la pluralità delle matrici prese in considera è stata maggiore. Infatti in tali zone, caratterizzate molto spesso dalla presenza di un rilevante numero di laghi, anche se taluni di dimensioni assai modeste, oltre all'acqua di lago si sono prelevati sedimenti, alghe, terreno a varie profondità e, se presente, acqua di scorrimento e neve. In particolare in tali stazioni, quando è stato possibile, sono stati presi in considerazione più laghi, anche se posti a breve distanza l'uno dall'altro, in quanto i sedimenti e la flora algale presente in superficie mostravano alcune diversità. Inoltre i sedimenti sono stati prelevati sia in vicinanza alla riva, sia in centro lago o in corrispondenza di zone di massima profondità.

In talune stazioni però il numero dei laghi campionati è stato limitato dal fatto che alcuni di essi non sono sgelati durante tutta la stagione e lo strato di ghiaccio era troppo spesso. Il campionamento vero e proprio è stato inoltre completato con alcune misure quali pH, temperatura, conducibilità e quantità di particolato presente nell'acqua.

Per quanto si riferisce al mare, i campionamenti effettuati riguardano sedimenti, acqua ed organismi.

I sedimenti sono stati prelevati sottocosta, nelle zone comprese tra Cape Russel e la lingua del Campbell. Le stazioni individuate sono state 25, poste lungo una serie di transetti opportunamente scelti con profondità variabili da zero e 550 m.

L'acqua di mare è stata invece campionata sia in zona costiera che in mare aperto durante la crociera oceanografica in zona pelagica. Si sono prelevati 24 campioni lungo un transetto compreso tra i 60 S di latitudine e la Base Italiana Baia Terranova e due profili verticali collocati in prossimità delle zone di convergenza e divergenza antartica. In zone costiere sono stati effettuati campionamenti in 5 stazioni comprese tra Adele cove e la lingua del Campbell.

Gli organismi marini sono stati campionati sotto costa e appartengono a 5 specie: un bivalve, due echinodermi, due teleosteri. Di questi *Adamussium colbecki* e *Pagothenia bernacchii* erano già stati oggetto di studio della passata campagna, mentre *Odontaster validus*, *Sterichinus neumeri* e *Chionodraco hamatus* sono stati campionati sistematicamente solo nella presente campagna.

Per quanto concerne l'aria sono stati effettuati una serie di campionamenti in continuo e sono stati raccolti numerosi campioni da analizzare in Italia con modalità diverse a seconda delle linee di ricerca delle varie unità operative. In particolare a campo Icaro sono stati raccolti in continuo per 12, 24 e 48 ore campioni di aerosol marino su filtri pretrattati e non tramite un impattore inerziale monostadio, mentre ad Oasi, attraverso denuders trattati con soluzioni atte alla ritenzione di ammoniaca, SO₂ e ossidi di azoto, è stata fatta passare aria con un flusso di 10 l/min per 100-150 ore. Per quanto concerne la determinazione di cloroflorocarburi ed altri composti clorurati volatili presenti nell'atmosfera al suolo, sono stati effettuati 40 campionamenti in 12 stazioni diverse, prevalentemente situate a diverse decine di chilometri dalla base. Si è operato facendo passare un determinato volume di aria (200 ml) attraverso delle trappole contenenti un adsorbente adatto (Graphitized Carbon Black), mantenute alla temperatura di -80°C mediante ghiaccio secco. A tale scopo sono state utilizzate delle pompe munite di un trasduttore elettronico per il controllo dei flussi e dei volumi da campionare. Tali campioni vengono analizzati in Italia mediante gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa ad alta risoluzione.

Attività di laboratorio

L'attività di laboratorio, dopo l'assemblaggio e la messa a punto delle varie apparecchiature portate, può essere suddivisa in due parti:

- trattamento di campioni per la loro corretta conservazione
- analisi effettuate "in loco" su alcuni campioni.

Nel primo caso le operazioni che si sono effettuate sono state essenzialmente: filtrazioni di acqua (sia di lago che di scorrimento e di mare) su filtri da 0.45 micron con la conservazione sia dell'acqua (alcune volte acidificata) sia del particolato raccolto sul filtro, trattamento di campioni di acqua con resine, e conservazione delle stesse, e trattamenti di preconcentrazione mediante coprecipitazione. Tutti i trattamenti e le manipolazioni dei campioni di acqua sono stati effettuati in ambienti ad atmosfera controllata di classe 100 (Flow Laboratories) appositamente allestiti per l'abbattimento di particelle che potrebbero dare luogo a contaminazione dei campioni.

Per quanto si riferisce invece alle analisi effettuate in laboratorio esse hanno coperto una vasta area di applicazione ma va sottolineato che in tutti i casi la finalità era essenzialmente la stessa: un confronto tra i risultati ottenuti "in loco" su campioni freschi e quelli che si otterranno in Italia su campioni sottoposti ad idonei trattamenti di conservazione. Tale verifica è essenziale data l'impossibilità di analizzare durante la campagna Antartica un elevato numero di campioni. Ora non è possibile dare dei risultati a questo proposito, mentre possono essere brevemente riassunte le analisi o i trattamenti effettuati.

Per quanto riguarda i sedimenti, alcuni di questi (sia lacustri che marini) sono stati trattati secondo lo schema proposto da Stevenson per i suoli e successivamente applicato da vari ricercatori con ottimi risultati per i sedimenti. Sono state isolate tre frazioni principali: la prima contenente proteine e carboidrati, la seconda acidi umici e la terza acidi fulvici. Tali frazioni sono state congelate ed in Italia vengono ora sottoposte ad una serie di analisi strumentali per la loro caratterizzazione.

In alcuni campioni di acqua di mare si è provveduto ad effettuare una serie di misure, immediatamente dopo il campionamento, che prevedevano la determinazione della concentrazione totale di alcuni metalli (Pb, Cd, Cu) e della loro frazione libera (non complessata) mediante voltammetria di ridissoluzione anodica. Tra tali metalli il piombo rappresenta un buon indicatore di eventuali fonti di contaminazione durante il campionamento. I risultati preliminari mostrano concentrazioni piuttosto omogenee per il piombo (valori tra 4 e 7 ng/l) mentre per cadmio e rame le concentrazioni riscontrate sono notevolmente influenzate dalla posizione di campionamento e variano tra i 5 ed 20 ng/l per il cadmio e tra 40 e 150 ng/l per il rame. La frazione complessata da composti organici risulta essere, per tutti e tre i metalli, notevole e varia tra il 50% per il piombo ed il 95% per il rame. Inoltre si è determinato il contenuto di anioni inorganici principali (cloruri, solfati e nitrati) e cationi principali (sodio, potassio, calcio e magnesio) in circa 30 campioni di neve sia superficiale che profonda e di acqua di fusione e di lago mediante cromatografia ionica. Tali campioni dopo l'analisi, sono stati congelati a 30°C per un'ulteriore analisi di confronto da effettuarsi in Italia e per la determinazione di elementi metallici. Dai risultati ottenuti sembrerebbe che per la neve esistono differenze di concentrazione a seconda della profondità, con un aumento andando dalla superficie verso gli strati più profondi. Nelle acque di lago e di fusione è stata riscontrata una presenza notevole di sodio, cloruri e solfati.

Sugli organismi marini invece, sono state effettuate determinazioni di mercurio (totale ed organico) mediante spettrofotometria di assorbimento atomico (AAS). In particolare per la determinazione del mercurio totale è stata utilizzata la tecnica dei vapori freddi, mentre per il mercurio organico si è ricorso all'AAS con atomizzazione elettrotermica dopo un idoneo procedimento di estrazione.

Su alcuni campioni raccolti in loco (*Odontaster validus*) si sono ottenuti valori di mercurio totale compresi tra 0.14 microg/g e 0.19 microg/g peso secco, mentre la frazione di mercurio organico si aggira tra il 3% ed il 27%.

L'accuratezza della misura è stata verificata analizzando un campione di riferimento internazionale con tenore in mercurio totale certificato e tenore in mercurio organico determinato mediante intercalibrazione. I risultati ottenuti su questo campione (Hg totale 1.00 microg/g peso secco e Hg organico 0.80 microg/g peso secco) sono in ottimo accordo con quelli attesi.

A partire dal 12 gennaio, inoltre, è stato messo in funzione nei laboratori dell'OASI, un sistema per il prelevamento e l'analisi in continuo di campioni di aria. A tale scopo è stato utilizzato un gascromatografo munito di rivelatore a cattura di elettroni. Dal momento dell'installazione fino al 10 di febbraio giorno di chiusura dei laboratori dell'Oasi), sono state effettuate una media di 5 misure al giorno, che hanno messo in evidenza la presenza di cloroflorocarburi ed altri composti clorurati volatili. Sono state condotte ricerche sulla presenza di CO, CO₂, CH₄ e H₂.

Le ricerche sui campioni prelevati e portati in Italia sono ancora in corso per cui non è possibile trarre conclusioni significative.

Campagna 1990-91

Per inquadrare l'attività svolta in questo periodo nell'ambito più generale della ricerca condotta dal settore è opportuno richiamare il programma scientifico predisposto.

Il progetto di ricerca pluriennale prevede per il 1990/91 lo studio della distribuzione, del trasporto e dell'accumulo di sostanze organiche ed inorganiche di rilevante importanza ambientale nelle diverse componenti dell'ecosistema antartico.

Gli obiettivi scientifici della presente campagna riguardano il completamento delle ricerche atte a chiarire i processi di trasporto e di diffusione di inquinanti prendendo in considerazione: a) il sistema marino, b) la superficie emersa e c) il sistema atmosferico, con particolare attenzione per le aree di interfaccia fra i vari sistemi.

Nel sistema marino è previsto lo studio della distribuzione in profondità e della variazione temporale di inquinanti durante il processo di fusione del ghiaccio marino. La ricerca prende in esame elementi metallici e composti organici di origine antropica e naturale, di cui viene studiata la distribuzione, la

speciazione, l'interazione con il materiale particellato e la distribuzione anche a livello di sedimento marino. Uno studio del profilo di concentrazione di inquinanti in profondità è anche previsto in oceano aperto lungo l'intera colonna d'acqua. In tal caso l'indagine viene allargata alla determinazione di radionuclidi derivati da fallout e di origine naturale.

Particolare attenzione rivolta allo studio di sedimenti marini di altura per la determinazione di elementi in tracce e per la caratterizzazione della componente organica. L'esame del sistema marino viene completato dalla determinazione di elementi inorganici e metallo-organici in organismi marini che si collocano a diversi livelli della catena trofica.

Per quanto riguarda la superficie emersa è prevista la prosecuzione degli studi sui laghi, sulle acque di scongelamento su terreno scoperto. Vengono determinati, oltre ad elementi in tracce, composti organici di origine antropica (PCB, pesticidi) presi come "markers" ambientali e di origine naturale (acidi umici e fulvici). Lo studio della neve in profondità offre una opportunità unica per l'acquisizione di conoscenze sui cicli troposferici globali del passato di sostanze presenti in tracce e sulla loro recente alterazione causata dall'uomo. In questo settore è previsto, per l'attuale campagna, l'inizio dello studio dell'evoluzione storica della eventuale contaminazione, attraverso prelievi di neve e nevato in profondità con le tecniche della "trincea" (fino a tre metri) e del carotaggio (fino a dieci metri). Sempre in zone emerse prosegue l'indagine sulla distribuzione di radionuclidi considerando, oltre alle matrici già indicate, anche la componente vegetale (muschi e licheni). Lo studio condotto sull'ambiente antartico viene completato prendendo in esame il sistema atmosferico. Attenzione viene rivolta all'aerosol e al particolato atmosferico per lo studio dell'interfaccia mare-atmosfera determinando metalli in tracce ed elementi radioattivi in queste componenti e caratterizzando i tensioattivi naturali che influenzano la formazione dell'aerosol. Viene studiata la presenza di clorofluorocarburi nella troposfera allo scopo di contribuire allo studio della distribuzione di queste sostanze a livello planetario, considerato anche il ruolo svolto nella diminuzione della concentrazione di ozono nella stratosfera. Lo studio del sistema atmosferico è completato dalla determinazione di composti azotati, solforati e alogenati presenti in fase gassosa sia nel materiale particellato.

Considerazioni sui risultati

L'attività svolta e la messe di dati scientifici sono considerevoli come l'impegno sostenuto dalle U.O del Settore che ha provveduto all'allestimento alla Base di un laboratorio per analisi chimiche sofisticate ed al completamento delle attrezzature da usare in Italia grazie alla pronta ed intelligente collaborazione del Progetto.

I dati sono sicuramente interessanti: sostanze chimiche di sintesi come ftalati, pesticidi, PCB, clorofluorocarburi ecc. sono presenti a livello di tracce e di subtracce nelle acque del Mare di Ross ed in altre componenti ambientali antartiche.

La mancanza di dati dalle due ultime campagne: 1989/90 e 1990/91 non consentono di dare un quadro definitivo sugli andamenti temporali e di iniziare il lavoro di valutazione relativamente alla compatibilità ambientale dei prodotti in esame, ed all'impatto della Base studiato dall'ENEA.

Si fa presente fin d'ora che l'analisi dello stato di contaminazione deve essere effettuata tramite una complessa serie di interazioni con gli altri settori per l'esame comparato di tutti i dati con particolare riferimento ai rilievi concernenti gli effetti dei prodotti chimici sulla biota ed alla correlazione fra la presenza di CFC nella troposfera e nella stratosfera.

Questo deve essere l'atto finale del primo programma pluriennale al quale il Settore porterà il contributo di un quadro chimico caratterizzato dalla massima affidabilità.

RICERCHE TECNOLOGICHE

Nel periodo 1985-91 l'attività di ricerca tecnologica non ha di fatto sviluppato propri programmi specifici, con ciò liberando risorse economiche a favore delle altre attività, in quanto l'esigenza di centrare in tempi brevi gli obiettivi politici (riconoscimento dello Status di Parte Consultiva del trattato Antartico e di membro di diritto dello SCAR) ha portato a dare massima priorità a quegli aspetti, realizzazione della base e attività scientifiche, che più avevano effetto sulle decisioni. Peraltro in ogni settore di ricerca si sono manifestate esigenze, in gran parte soddisfatte, con forte carattere di innovazione tecnologica. Aspetti importanti di sviluppo tecnologico si ritrovano anche nella realizzazione della base e delle sue più importanti infrastrutture.

Esempi significativi sono:

Cosmologia e Cosmogeofisica

- osservatorio astronomico submillimetrico ed infrarosso (OASI)

Fisica dell'Atmosfera

- sistemi LIDAR
- sodar triassale

Oceanografia

- rete per pesca sperimentale, tipo bioness
- dispositivo sparker e sonda acustica tipo side scan sonar
- carotatori idrodinamici
- mezzo sottomarino "Pluto"

Medicina

- sistema trasmissione immagini diagnostiche a distanza

Impatto Ambientale

- dispositivi automatici per il prelievo di campioni

Servizi tecnico-scientifici

- sistema telecomunicazioni
- sistema telerilevamento
- stazioni meteorologiche automatiche
- sala centrale calcolo

Negli ultimi anni sono state avviate due azioni di tipo più specificatamente tecnologico:

la prima, denominata BAIA, ha come obiettivo, in funzione di una futura presenza italiana anche durante il periodo invernale, la definizione delle specifiche e della progettazione concettuale di un "sistema laboratorio" automatizzato e robotizzato con particolare riferimento alle metodologie di progettazione e dei sistemi di supervisione e controllo,

la seconda prevede lo sviluppo di una boa per ricerche di oceanografia intesa come piattaforma in grado di supportare e far funzionare in modo completamente automatizzato tutta la gamma di sensori tipici della ricerca nel settore.

LOGISTICA

Infrastrutture realizzate

Nell'ambito dell'attuazione del primo Piano Pluriennale di Ricerche in Antartide, nell'area del Mare di Ross a Baia Terra Nova (74°41'42" Sud, 164°07'23" Est), prescelta per l'insediamento della Base estiva, sono stati realizzati i laboratori e le infrastrutture tecniche necessari per lo svolgimento delle attività di ricerca e di raccolta dati e campioni. Vengono di seguito riassunte le principali caratteristiche dell'insediamento italiano in Antartide. Esso è stato realizzato, pur in assenza di obbligo di valutazione di Impatto Ambientale preventivo quale quello introdotto dal recente Protocollo di Madrid sulla protezione dell'ambiente antartico, avendo particolare attenzione ai problemi ambientali come riconosciuto anche in sede internazionale.

Gli spazi della Base permanente per circa 3100 mq sono assegnati alle varie attività come segue:

- 750 mq di laboratori (chimica, biologia, geologia, elettronica e calcolo, ecc.), uffici, centro radio, centro operativo, locale mensa e soggiorno
- 150 mq di laboratori adibiti ad Osservatorio Astronomico
- 400 mq di alloggi per circa 60 persone
- 35 mq di locali destinati agli impianti tecnici di servizio (centrale elettrica, potabilizzatore, inceneritore, depuratore, ecc.)

- 50 mq di locali adibiti ad acquario
- 200 mq di locali adibiti ad officina elettrica e meccanica
- 1200 mq di locali magazzino materiale e deposito mezzi da lavoro
- 1200 metri cubi, volume dei 2 serbatoi a doppio inviluppo per il deposito del combustibile.

La Base è inoltre equipaggiata da una centrale elettrica con due gruppi da 150 kW e due gruppi da 300 kW con Inverter da 30 kW.

Infine fra le dotazioni di impianto vanno elencati 2 eliporti, un porticciolo e l'infermeria.

Oltre al complesso degli impianti, laboratori, officine, magazzini e locali di servizio, la Base è attrezzata con n. 25 veicoli e macchine operatrici e n. 40 mezzi e veicoli per le operazioni sul ghiaccio e sulla neve, n. 5 mezzi navali per le attività a mare.

Il sopracitato parco mezzi è normalmente giacente in Base ed ha dimostrato la sua adeguatezza sia per le attività scientifiche che per le attività logistiche e di cantiere.

Nel settore particolarmente delicato delle telecomunicazioni, a livello intercontinentale, continentale e locale, sono installati presso la Base i seguenti apparati:

- 2 terminali satellitari Inmarsat per comunicazioni voce, trasmissione dati, telex e telefax;
- 1 stazione radio ricetrasmittente HF in onde corte per voce, trasmissione dati, telex e telefax;
- 1 sistema di comunicazione locale basato sui canali marini con oltre 100 transceiver portatili ed un ripetitore per la copertura di un raggio di oltre 100 miglia intorno alla Base
- 1 centrale di commutazione al servizio della rete telefonica interna della Base
- 1 impianto interfonico locale.

Il complesso degli apparati di comunicazione oltre a garantire la sicurezza delle operazioni in campo remoto attraverso periodici collegamenti con la sala operativa, permette al personale operante in Antartide un collegamento voce e dati con gli Istituti di appartenenza con caratteristiche di qualità e rapidità non inferiori agli standard correntemente disponibili.

La Base è attrezzata con un Centro di Calcolo al servizio delle attività scientifiche, dotata di 2 unità MicroVax 3800, una unità micro Vax 3200, una Vaxstation 3100 con relative periferiche. Il Centro Calcolo si collega con i personal computers dei diversi laboratori della Base mediante rete Ethernet. Si collega invece mediante Inmarsat od impianto HF, con le navi operanti per il PNRA e con i Centri di Calcolo degli Istituti di ricerca in Italia, in particolare con il Centro Calcolo dell'ENEA Casaccia.

Associato al Centro di Calcolo della Base, è installato un sistema di acquisizione di immagini da satellite NOAA noto come AVHRR che, oltre a fornire dati ed informazioni utili per l'attività scientifica (mappa di temperatura superficiale del mare, albedo, contenuto di clorofilla, ecc.), si è dimostrato in grado di fornire le mappe di copertura dei ghiacci marini e di copertura nuvolosa che consentono un importante supporto alla navigazione delle navi del Programma ed alle previsioni meteorologiche che condizionano le attività di esplorazione.

Il Centro di Calcolo della Base ed il sistema di telecomunicazioni potranno consentire la sperimentazione, peraltro già avviata, di un modulo automatico per il rilievo in continuo di dati ambientali capace di colloquiare in tempo reale con il sistema di acquisizione e controllo remoto posto in Italia.

Le grandi attrezzature di supporto scientifico e logistico

Oltre alla Base di Baia Terra Nova, utilizzata per le Campagne estive ma passibile di un potenziamento per adeguarla alle esigenze di un presidio invernale, le grandi attrezzature di supporto logistico per la presenza italiana in Antartide sono stati i mezzi di trasporto navale ed aereo.

Per quanto riguarda i mezzi navali si è trattato di navi cargo e navi attrezzate per la ricerca scientifica. Fatta eccezione per la OGS Explora, che è di proprietà dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale, le navi polari utilizzate sono state noleggiate da armatori diversi. Trattasi per lo più di società del Nord Europa per le particolari caratteristiche richieste, e solo nella Spedizione 90/91 è stato possibile utilizzare una nave fornita da una società italiana.

Per quanto riguarda i mezzi aerei essi possono distinguersi in elicotteri e aerei leggeri per attività a breve raggio e in aerei pesanti per operazioni a lungo raggio.

Durante il primo Piano Pluriennale si è ricorso all'utilizzo dei servizi elicotteristici di una Compagnia neozelandese che ha una specifica esperienza antartica non altrimenti reperibile.

Le operazioni con aereo Hercules C-130 dell'Aeronautica Militare Italiana sono iniziate con la Campagna 1989/1990 e già nel corso della Campagna 1990/1991 hanno registrato un salto di qualità con l'avvenuto atterraggio di prova alla Base italiana.

L'atterraggio è avvenuto su una pista realizzata appositamente dal personale della Base sul ghiaccio marino nell'area prospiciente la Base stessa.

La ricaduta sul sistema industriale ed economico nazionale

Per gli acquisti della strumentazione scientifica, la realizzazione della Base e dei laboratori, l'acquisizione dei mezzi navali e logistici, il PNRA ha rappresentato verso il sistema industriale ed economico nazionale una committenza con specifiche esigenze legate:

- alla particolarità dell'ambiente;
- alla celerità richiesta dal susseguirsi delle spedizioni;
- all'affidabilità delle forniture imposta dalle condizioni di isolamento della Base in Antartide.

Il sistema industriale, presumibilmente anche per una aspettativa di ritorno di nuova esperienza e di immagine, ha risposto con grande impegno alle esigenze del PNRA molto spesso considerandolo alla stregua di un cliente privilegiato, producendo soluzioni innovative, oppure praticando condizioni di migliore favore sul piano economico.

I rapporti internazionali

L'attività dell'Italia in Antartide ha comportato lo stabilirsi di positivi rapporti con numerose nazioni attive in tale Continente. Un rapporto particolare, basato su uno specifico protocollo di intesa, esiste fra l'Italia e la Nuova Zelanda anche in virtù del fatto che i porti ed aeroporti di partenza per l'Antartide delle Spedizioni si collocano in questo Paese.

Particolarmente stretti, in relazione alla vicinanza fra le Basi di McMurdo e di Baia Terra Nova sono i rapporti di collaborazione scientifica e logistica con gli Stati Uniti.

Anche con i ricercatori francesi e tedeschi sono attivi scambi logistici ed una attività di ricerca comune rispettivamente per i problemi della deplezione dell'ozono e della geologia della Catena Transantartica.

Rapporti di collaborazione su specifici temi scientifici sono stati stabiliti con ricercatori di altri paesi quali ad esempio: Argentina, Belgio, Cile, Regno Unito. Più in generale in sede di Trattato, dello SCAR e del Consiglio dei Managers dei Programmi Antartici (COMNAP), l'Italia si interfaccia con tutte le Nazioni impegnate in Antartide.