

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Programma Nazionale di Ricerche in Antartide



Programmazione strategica per il triennio 2012-2014

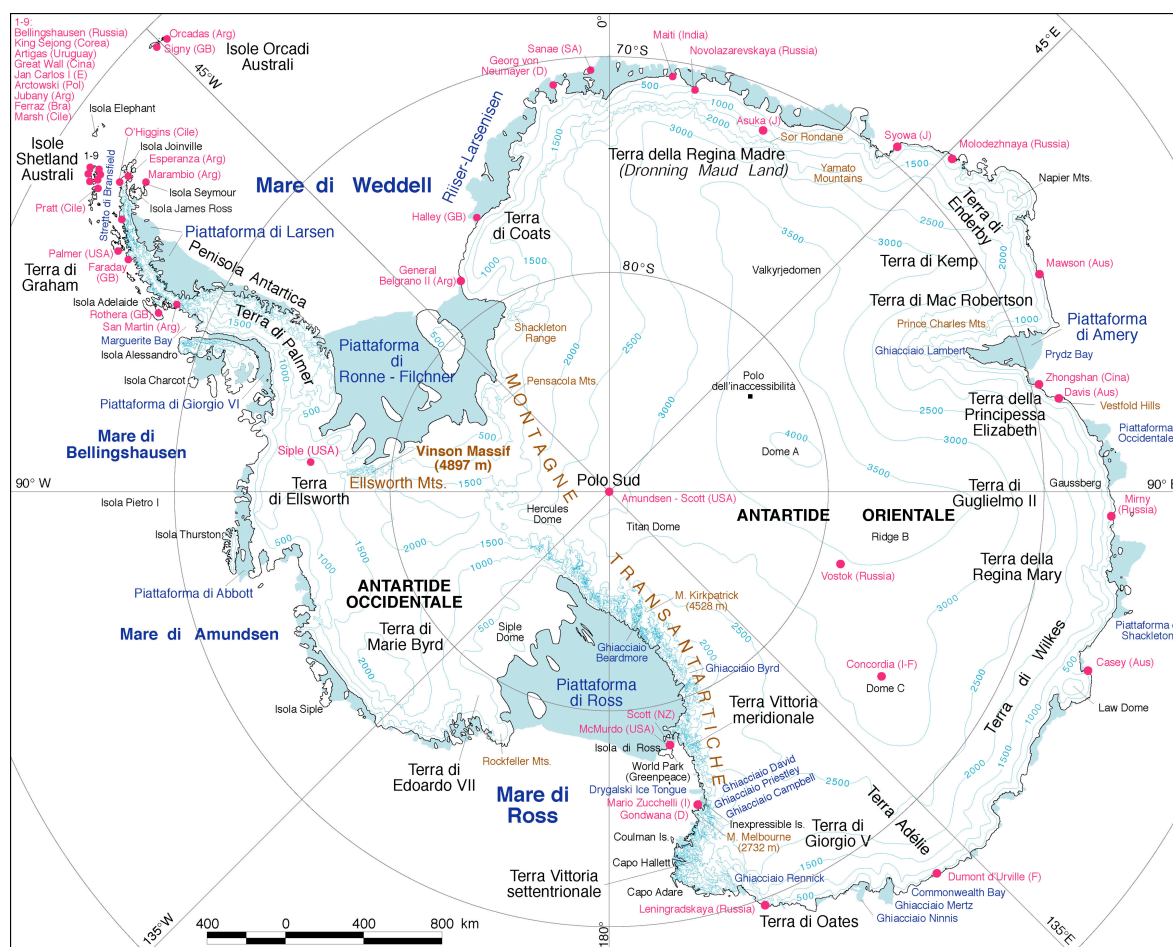
A cura della Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide

Roma, 27 giugno 2012

**PNRA –
Programmazione strategica per il triennio 2012-2014**

Indice

Sommario	5
Premessa	7
1 - Il contesto.....	9
2 – Le regioni polari	9
3 – Le grandi sfide scientifiche globali, l’anno polare internazionale e oltre	10
4 - Le strategie per il triennio 2012-2014	10
4.1 Priorità scientifiche.....	10
4.2 Sistema degli osservatori permanenti	22
4.3 Potenziamento dell’internazionalizzazione	23
4.4 Tipologia delle attività di ricerca	24
4.5 Specificità e diversificazione dei bandi pubblici per nuove proposte di attività in Antartide .	25
4.6 Il processo meritocratico di valutazione e selezione delle proposte	25
5 – Infrastrutture di supporto	26
5.1 Infrastrutture di supporto in Antartide	26
5.2 Infrastrutture di supporto alla ricerca, banche dati e divulgazione	27
6 – Campagne di ricerca.....	28
7 – Previsione del fabbisogno finanziario	28
Allegati	31
Allegato A: Composizione della CSNA	
Allegato B: Cronogramma schematico per la programmazione strategica del PNRA	
Allegato C: Linee ed indirizzi per i PEA da attuare nel triennio 2012-2014	
Allegato D: Glossario, acronimi e siti internet	



PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE

Programmazione strategica per il triennio 2012-2014

Sommario

Nella programmazione scientifica e finanziaria del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) per il triennio 2012-2014, ci si è basati sulle linee di indirizzo strategico del Governo espresse nel Programma Nazionale di Ricerca 2011-2013 e su quelle di indirizzo degli organismi di coordinamento scientifico internazionale quali lo SCAR e l'EPB.

Il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, anche con la finalità di massimizzare l'utilizzo delle risorse è impostato con criteri che vedono le ricerche antartiche orientate in modo da razionalizzare le attività e la presenza di personale sul campo, dare impulso alle attività da svolgere in laboratorio e potenziare la collaborazione internazionale da sviluppare con diverse strategie e a sostenere la partecipazione alle attività di ricerca promosse, sostenute e condotte da piattaforme e presso laboratori di altri paesi.

Il PNRA si propone di coinvolgere il sistema imprenditoriale nazionale per lo sviluppo di partnership pubblico-privato in termini di mutuo beneficio dei prodotti delle ricerche e/o per la sperimentazione tecnologica in ambienti estremi come quello antartico.

Il presente programma triennale intende consolidare il processo di rilancio del PNRA, avviato nel 2009, che aspira a far emergere la partecipazione italiana alle ricerche in Antartide come una "eccellenza" scientifica e tecnologica del paese alla quale sono chiamate a concorrere istituzioni politiche, Università ed enti di pubblici di ricerca, imprenditoria nazionale.

Il programma del triennio prevede l'esecuzione di spedizioni scientifiche in Antartide, con attività da svolgere sia presso stazioni scientifiche antartiche sia italiane sia di altri paesi; sia nell'ambito di campagne oceanografiche di tipo fisico e chimico, biologico-ecologico e geologico-geofisico in diverse aree dell'Oceano Meridionale. Per i possibili e opportuni confronti e correlazioni bi-polari sono previste anche attività nella regione artica.

Il fabbisogno finanziario del PNRA per il triennio 2012-2014 è stimato in complessivi **70 milioni di Euro**.

Premessa

La crisi finanziaria sofferta dal PNRA nel periodo 2006-2008 ha determinato una grave discontinuità nelle attività italiane in Antartide. In particolare, in questo periodo, non vi è stata alcuna pubblicazione di bandi per la raccolta di nuove proposte di ricerca e la partecipazione da parte della comunità italiana alle attività di ricerca dell'*International Polar Year* è stata praticamente inesistente. Nel 2009 la CSNA ha elaborato un programma strategico di attività di ricerca in Antartide in una prospettiva bipolare per il triennio 2009-2011 teso a favorire l'aggancio della comunità scientifica nazionale all'*International Polar Year - legacy phase*.

Con il Programma esecutivo annuale (PEA) 2009 è stato avviato il rilancio del PNRA. Dopo un'interruzione di 4 anni è stato lanciato un bando per la raccolta di nuove proposte di ricerca nel contesto delle priorità scientifiche individuate nel programma triennale. Sulla base dei criteri di merito scientifico e di fattibilità sono stati selezionati 105 progetti di ricerca.

Per consentire la ricerca in Italia su materiali e dati esistenti ovvero da raccogliere in Antartide, sono stati allocati nel PEA 2009 4,120 milioni di Euro per finanziare 69 progetti e nel PEA 2010 2,305 milioni di Euro per finanziare i rimanenti 36 progetti.

I finanziamenti assegnati annualmente nel 2009, 2010 e 2011 sono stati decisamente inferiori a quanto previsto nel programma triennale. Inoltre l'emanazione del decreto 30/09/2010 che ha ridisegnato la struttura organizzativa del PNRA ha determinato alcune problematiche che hanno condizionato sia continuità dell'azione programmatica sia di quella attuativa. Le due spedizioni in Antartide del 2010-11 e 2011-12, di fatto, non hanno avuto un'adeguata capacità operativa per cui non è stato possibile effettuare l'attività di campagna relativa a undici progetti.

Il triennio 2012-2014 si configura quindi come un periodo destinato da un lato a garantire la conclusione di quanto programmato per il 2009-2011 e dall'altro consolidare l'azione di rilancio del PNRA avviata nel 2009. L'azione di rilancio non può prescindere da una seria analisi dei punti di debolezza del PNRA (finanziamenti, *governance* e visibilità) che coinvolga sia i tradizionali attori sia nuovi soggetti con l'obiettivo non solo di superare le difficoltà ma anche di far sì che il PNRA ritorni a essere una "bandiera" dell'eccellenza scientifica e della capacità tecnologica del paese anche a livello internazionale.

L'esperienza di questi anni ha evidenziato che condizioni essenziali per il futuro delle attività del PNRA sono l'adeguatezza e la continuità del finanziamento, senza le quali è impossibile la pianificazione pluriennale. Infatti, l'organizzazione del supporto logistico e lo sviluppo delle attività di ricerca necessitano di una pianificazione di almeno 3-5 anni, specialmente se prevedono il coordinamento con le attività di altri Paesi. Poter pianificare le attività del PNRA su di un orizzonte temporale di medio respiro consentirebbe di riagganciare (almeno in parte) le iniziative nate in seno all'IPY, restituendo per i prossimi decenni al nostro Paese il ruolo scientifico che gli compete.

Inoltre, emerge l'importanza del criterio di condurre la ricerca antartica nel quadro delle problematiche ambientali evidenziate in sede politica dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) ed in linea con i recenti sviluppi messi in atto da organismi di coordinamento scientifico internazionale quali *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR), *International Arctic Science Committee* (IASC) e *European Polar Board* (EPB).

Il programma triennale 2012-2014 segue le linee di indirizzo del Governo espresse nel Programma Nazionale di Ricerca 2011-2013, le priorità di "Orizzonte 2020" e degli organismi di coordinamento scientifico internazionale quali lo SCAR e l'EPB e individua un processo a geometria variabile verso la definizione delle linee strategiche pluriennali e la "sistemizzazione" del PNRA nel contesto nazionale della politica, delle istituzioni di ricerca, della comunità scientifica e dell'impresa.

Al fine di riorientare e contenere la spesa e massimizzare l'utilizzo delle risorse, il Programma è strutturato secondo **criteri nuovi** fra i quali:

- potenziare la collaborazione internazionale da sviluppare con diverse strategie e sostenere la partecipazione alle attività di ricerca promosse, sostenute e condotte da piattaforme e/o presso laboratori di altri paesi;

- sostenere lo sviluppo di nuove tecnologie di osservazione e la creazione e l'uso di grandi infrastrutture scientifiche;
- modulare la ricerca su cicli biennali, anche al fine di razionalizzare le attività e la presenza umana sul campo;
- dare ulteriore impulso alle attività di laboratorio in Italia per analisi di dati e materiali, a progetti basati sul telerilevamento, modellistica e metanalisi dei dati e all'utilizzo di strumentazione automatica e controllata a distanza.

In quest'ottica sono state definite le linee tematiche strategiche per i prossimi anni, alla luce delle quali saranno effettuati bandi pubblici diversificati e specifici per la presentazione di proposte di ricerca. Criteri importanti nella selezione delle proposte, nel rispetto delle priorità e a garanzia del livello di eccellenza, saranno la collaborazione internazionale e la sinergia multidisciplinare, cardini dell'IPY destinati a rimanere e a tracciare un modo permanente di svolgere ricerca in ambienti estremi come quelli polari.

1. Il contesto

La riforma del sistema di ricerca nazionale realizzata a partire dal 1998, con il DL 204/98, individua nella programmazione pluriennale almeno su base triennale, il metodo per la definizione e aggiornamento dei programmi di ricerca scientifica. Tale impostazione viene specificatamente ribadita anche per il PNRA nel decreto interministeriale (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e Ministero delle Attività Produttive) del 30 settembre 2010.

In riferimento al PNR 2011-2013, il PNRA 2012-2014 tende a dare concreta attuazione ad alcune delle sue direttive generali ed in particolare:

- il consolidamento delle piattaforme tecnologiche nazionali in connessione con le analoghe europee;
- l'interazione fra le componenti della ricerca pubblica con il sistema produttivo;
- il sostegno del capitale umano del mondo della ricerca con l'obiettivo di popolare l'*European Research Area* con un numero crescente di giovani ricercatori.

Per gli aspetti scientifici, le attività previste nel PNRA trovano corrispondenza in diverse tematiche affrontate dai tavoli tecnici attivi nel corso dell'elaborazione del PNR ed in particolare nel settore 2 "Ambiente: sistemi terrestri, marini e clima" dove per le regioni polari si afferma che:

"La ricerca scientifica è condizione necessaria per la permanenza del Paese sia nel Sistema del Trattato Antartico di Washington 1959, cui l'Italia partecipa con il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), sia nel Consiglio Artico cui l'Italia partecipa come osservatore. Queste regioni sono da anni arena di discussione diplomatica su tematiche strategiche, come limiti territoriali, energia, risorse ittiche e, per l'artico in particolare, rotte marittime transpolari e controllo del traffico commerciale e militare fra Atlantico e Pacifico. Le regioni polari aiutano a comprendere il funzionamento del sistema Terra, i meccanismi di adattamento, i cambiamenti del passato e i processi di cambiamento in atto. L'approccio multidisciplinare della ricerca polare implica l'utilizzo, condiviso con altri partner internazionali, di piattaforme esistenti, come la stazione italo-francese Concordia in Antartide, e la partecipazione a iniziative internazionali, come la costruzione di un sistema osservativo integrato presso le Isole Svalbard (Progetto SIOS), e altre in ambito ESFRI per la realizzazione di infrastrutture strategiche, quali la nave rompighiaccio Aurora Borealis."

2. Le regioni polari

Dal punto di vista giuridico il Sistema del Trattato Antartico iniziato con il Trattato sull'Antartide, firmato a Washington nel 1959, individua la regione antartica nei territori continentali e nelle aree oceaniche a sud del parallelo di 60° sud.

Dal punto di vista fisico, biologico, ecologico ed ambientale la regione antartica ha una delimitazione meno ben definita che corrisponde in superficie con la fascia della corrente circumpolare antartica (intorno a 50°S), in profondità con l'interfaccia fra le acque fredde polari e quelle degli oceani Atlantico, Indiano e Pacifico ed in atmosfera con i labili limiti del vortice polare antartico. Dal punto di vista geodinamico la regione antartica è delimitata dalla fascia dei terremoti che si sviluppano sui margini divergenti della zolla litosferica antartica che si estende, a luoghi, sino a latitudini subtropicali.

Per la regione artica è internazionalmente assunto come limite l'isoterma di 10° C della media del mese di luglio. Questo limite insiste per lo più sulle aree continentali che si affacciano sull'Oceano Artico.

Le due regioni polari della Terra hanno in comune alte latitudini e clima freddo, ma presentano caratteristiche fisiografiche e climatiche molto differenti. Queste ultime si riflettono nelle forti differenze che caratterizzano gli ecosistemi marini e terrestri, che hanno età, endemicità e capacità di adattamento molto diverse. Proprio per queste differenze, dall'esplorazione e dallo studio comparato ed integrato delle regioni polari ci si attendono risposte che aiutino la nostra comprensione del funzionamento del sistema Terra, dei meccanismi di adattamento, dei cambiamenti nel passato e dei processi di cambiamento in atto anche per prevederne gli effetti futuri e per mitigare la vulnerabilità ambientale globale.

3. Le grandi sfide scientifiche globali, l'Anno Polare Internazionale e oltre ...

Con il 21° secolo nuove sfide si presentano all'umanità.

Impellente è l'interrogativo posto dai cambiamenti globali, soprattutto da quelli climatici, i cui cicli di variazione naturale possono essere sempre più modificati dall'attività umana, in termini di entità e impatto sulla produzione di risorse alimentari e sulla frequenza ed intensità dei disastri naturali.

La scienza polare si estende dal limite esterno dell'atmosfera alle profondità dei bacini oceanici; in termini di tempo, copre un intervallo che va dai miliardi di anni della storia geologica alla variazione estremamente rapida della luce delle aurore; in termini di dimensioni spaziali dalla variabilità dell'estensione annuale del ghiaccio marino a quello continentale delle calotte polari; in termini di vita comprende la biologia marina e terrestre di acque dolci coprendo tutte le forme di vita conosciute.

Il contributo della scienza polare è cruciale per la comprensione di come il sistema Terra operi a scala globale e determinanti sono le conoscenze che possono derivare dalla ricerca in Antartide ed in Artide per qualunque previsione e salvaguardia dell'ambiente globale futuro.

In tal senso la scienza polare si colloca come risposta alle istanze dei nuovi diritti, come quello all'ambiente, alla salute, alla corretta informazione; in sintesi allo sviluppo di un modello di uso degli spazi non colonizzati del pianeta che sia dotato degli strumenti di nuova generazione capaci di conservare e non solo consumare, in un quadro di cooperazione internazionale e di competizione di qualità basata sulla conoscenza scientifica.

L'inizio del 2009 ha visto la formale conclusione del quarto Anno Polare Internazionale (IPY) promosso dall'*International Council for Science* (ICSU) e dalla *World Meteorological Organization* (WMO). Le nazioni con interessi nelle regioni polari hanno collaborato nell'attuazione di ricerche multi- ed inter-disciplinari in entrambe le regioni polari per la realizzazione di progetti che nessuna nazione poteva condurre da sola. L'IPY è stato una *snapshot* nella ricerca globale. Importanti risultati sono già stati conseguiti e presentati e discussi nel corso di due conferenze tematiche Oslo 2010 e Montreal 2012. La *legacy phase* è tuttora in corso e produrrà altri significativi risultati negli anni futuri. Nel contempo ICSU, WMO ed altre organizzazioni internazionali hanno avviato la discussione sulla *International Polar Initiative* (IPI) che intende tracciare la *road-map* e le tappe della ricerca polare nei prossimi 20 anni.

4. Le strategie per il triennio 2012-2014

L'obiettivo di questo programma è quello di consolidare la posizione dell'Italia nel panorama internazionale e di partecipare attivamente alla "*IPY legacy phase*". Gli strumenti che questo piano propone di utilizzare sono:

- 1 – l'innovazione delle priorità scientifiche;
- 2 – il consolidamento e il potenziamento del sistema degli osservatori permanenti;
- 3 – il potenziamento dell'internazionalizzazione;
- 4 – l'innovazione della tipologia delle attività di ricerca;
- 5 – la specificità dei bandi pubblici per nuove proposte di attività in Antartide;
- 6 – il processo meritocratico di valutazione e selezione delle attività di ricerca.

4.1 Priorità scientifiche

La ricerca seguirà due direttrici, non divergenti, una a carattere *curiosity driven*, l'altra che punti verso l'innovazione e la sperimentazione tecnologica. La prima sarà prevalentemente orientata verso la comunità scientifica delle università e degli enti, la seconda si aprirà al contributo del sistema produttivo nazionale. Le priorità scientifiche individuate nel quaderno strategico e dagli organismi internazionali, per lo più a carattere multidisciplinare, delineano, incrociate con i comparti del sistema Terra, una struttura a matrice.

	<i>Priorità scientifiche</i>	<i>Bio</i>	<i>Geo</i>	<i>Crio</i>	<i>Idro</i>	<i>At/Sp</i>	<i>Iniziativa SCAR</i>
1	Dinamica dell'atmosfera e processi climatici	X		X	X	X	AGCS, AntClim21
2	Dinamica della calotta polare	X		X	X	X	PAIS, SERCE, SALE, EG-ATHENA, PAIS, AntClim21, ISMASS
3	Dinamica della Terra solida		X	X			ANTEC, SERCE
4	Dinamica degli oceani polari		X	X	X	X	SOOS
5	Relazioni Sole-Terra e <i>space weather</i>		X			X	ICESTAR
6	L'Universo sopra l'Antartide	X				X	AAA
7	Evoluzione, adattamento e biodiversità	X			X	X	EBA, AntECO, Ant-ERA
8	L'Uomo in ambienti estremi	X				X	EG-BHM
9	Contaminazione ambientale	X		X	X	X	AntClim21, EG-ATHENA
10	Paleoclima	X	X	X			ACE, PAIS, IPICS
11	Problematiche e rischi ambientali	X	X	X	X	X	AntClim21, AntEco, IPICS Ant-ERA, PAIS, SOOS, EG-PPE, ISMASS
12	Tecnologia: innovazione e sperimentazione	X	X	X	X	X	PAIS, EG-ATHENA, SOOS

Bio=Biosfera, Geo=Geosfera, Idro=Idrosfera, At/Sp= Atmosfera/Spazio

4.1.1 *Dinamica dell'atmosfera e processi climatici*

Le regioni polari sono indissolubilmente legate ai cambiamenti del clima globale alle diverse scale temporali, essendone al tempo stesso artefici e vittime, l'archivio, i regolatori e le sentinelle delle tendenze in atto. Il clima è l'espressione della sintesi fra vari fattori, esterni ed interni, del sistema Terra (geodinamici, astronomici, etc.). L'attività umana è l'ultimo fattore, in ordine temporale, che influisce sulle caratteristiche climatiche della Terra. L'influenza dell'attività umana sul clima si può retrodatare a circa 10.000 anni fa con l'introduzione dell'agricoltura, ma è dall'inizio del 1800, con la rivoluzione industriale, che l'impatto diviene particolarmente evidente. Il rapporto IPCC 2007 ha evidenziato come i modelli previsionali delle tendenze dei cambiamenti climatici alla scala regionale, in un pianeta che si riscalda, necessitano di ulteriori e più precisi dati che riguardano il monitoraggio dei parametri climatici, una migliore comprensione dei processi di interazione fra atmosfera, criosfera ed idrosfera, la stabilità/instabilità della circolazione termalina, il comportamento delle piattaforme di ghiaccio e delle calotte della Groenlandia e dell'Antartide orientale ed occidentale.

Il monitoraggio riguarderà i parametri climatici, fisici e chimici, sia della bassa e media atmosfera, sia della stratosfera. Le osservazioni al suolo saranno integrate con quelle da satellite. Per la maggior parte di queste osservazioni la stazione Concordia appare il sito ideale a livello regionale e globale. La stazione dovrà essere ulteriormente potenziata dal punto di vista strumentale, anche mediante partnership europee ed internazionali e potrà costituire il sito per le verifiche al suolo delle osservazioni da satellite in collaborazione con l'ESA. Particolare attenzione andrà prestata agli studi dei processi che si sviluppano nello strato limite atmosferico e che risultano fondamentali nel determinare il sistema climatico e che riguardano il ghiaccio, l'interazione aria/mare, la dinamica e la composizione dell'atmosfera inclusi gli aerosol, le nubi e le temperature stratosferiche. Appare inoltre indispensabile che tali attività osservative trovino un significativo coordinamento nazionale ed un loro inserimento in reti internazionali, considerando che molte attività osservative di un particolare settore hanno importantissime ricadute su problematiche in altri settori. Ne sono un esempio le attività inerenti la dinamica dello strato limite e del trasporto di neve, che si inseriscono indissolubilmente anche all'interno di problematiche legate al paleoclima ed alla evoluzione della criosfera.

Le attività di monitoraggio da svolgere nel triennio tendono a dare concretezza e continuità alle indicazioni del programma SCAR-AGCS ed a contribuire allo sviluppo delle ricerche inserite nel nuovo programma SCAR- Ant-CLIM21 che prevede di ottenere sia una previsione regionale più accurata di elementi chiave quali l'atmosfera, l'oceano e la criosfera antartici per i prossimi 20-200 anni, sia una comprensione più profonda della risposta dei sistemi fisici e biologici ai forzanti naturali ed antropici.

4.1.2 Dinamica della calotta polare

I ghiacci polari, oltre che essere preziosi archivi naturali della storia climatica e ambientale della Terra, con le loro fluttuazioni hanno una influenza diretta sul livello marino globale.

L'attuale innalzamento del livello marino (~ 3 mm per anno) è il risultato di diversi processi guidati dal clima: l'espansione termica degli oceani, la fusione dei ghiacciai montani di tutto il mondo e la riduzione delle calotte polari. Durante i precedenti periodi interglaciali, quando la temperatura era più alta di quella attuale, il livello degli oceani era di alcuni metri più alto rispetto all'attuale. Con tutta probabilità quest'innalzamento del livello del mare è da attribuire principalmente alla riduzione della calotta groelandese e a quelle porzioni della calotta antartica che poggiano al di sotto del livello del mare (Antartide Occidentale e Wilkes Land), più sensibili alle variazioni del livello del mare e all'interazione ghiaccio-oceano. L'espansione termica degli oceani e la fusione dei ghiacciai alpini può essere prevista con una certa affidabilità, mentre la massima incertezza residua sul futuro innalzamento del livello del mare sta nella quantizzazione del contributo delle calotte di ghiaccio. Le variazioni delle calotte polari prodotte da cause esterne (clima, livello del mare) ed interne (comportamento dinamico) costituiscono oggetto di un dibattito scientifico che dura da circa un secolo, ma hanno assunto carattere di problema socialmente urgente negli ultimi decenni, da quando cioè si è progressivamente manifestata l'attuale fase di riscaldamento planetario e la conseguente risalita del livello degli oceani. Conseguentemente, una dettagliata conoscenza e comprensione dell'evoluzione delle calotte polari riveste una considerevole importanza.

Le attuali calotte polari (Antartide e Groenlandia) si stanno riducendo a causa di fenomeni climatico/ambientali rilevanti quali: l'aumento della temperatura superficiale terrestre e degli oceani, l'aumento della fusione superficiale e alla interfaccia fra ghiaccio ed oceano, la riduzione ed il collasso delle piattaforme di ghiaccio galleggianti, l'aumento della velocità dei ghiacciai e la riduzione dell'estensione del ghiaccio marino. Con la previsione di un aumento delle temperature a causa del forzante antropico, un significativo aumento del contributo delle calotte all'innalzamento del livello del mare sembra molto probabile.

Alcune questioni, come per esempio i meccanismi che regolano la dinamica delle calotte di ghiaccio anche in relazione al sistema di drenaggio subglaciale ed al substrato roccioso, le interazioni fra le piattaforme di ghiaccio galleggianti e gli oceani nel controllo della dinamica delle calotte di ghiaccio, la comprensione dei fenomeni che guidano le precipitazioni nevose ed i successivi fenomeni di ablazione non sono ancora adeguatamente compresi. Un aspetto molto interessante che può condizionare la stabilità della calotta antartica è la presenza di numerosi laghi subglaciali, molti dei quali interconnessi da un complicato e tuttora non completamente rilevato sistema idrologico subglaciale. Fatta eccezione per i laghi più studiati, per la maggior parte dei sistemi subglaciali mancano informazioni sulla batimetria e sul contesto idro-geologico. Il rapporto IPCC 2007 evidenzia come sia ancora insufficiente la conoscenza del comportamento e la vulnerabilità delle calotte polari in risposta al cambiamento globale e di conseguenza, come siano tuttora inadeguati i modelli di previsione delle variazioni del livello marino.

La comunità scientifica internazionale coordinata nell'ambito dello SCAR gli Expert Groups ISMASS (Ice Sheet Mass balance and Sea Level), SIeGE (Sub-Ice Geological Exploration) e nel programma SCAR PAIS (*Past Antarctic Ice Sheet Dynamics*) concordano sulla necessità di un continuo monitoraggio del bilancio di massa delle calotte polari e avere modelli prognostici molto più attendibili per prevedere il comportamento non-lineare delle calotte dell'Antartide e della Groenlandia. Lo sviluppo di modelli realistici delle calotte polari impongono uno sforzo internazionale coordinato teso alla migliore comprensione dei meccanismi che regolano e hanno regolato nel passato la dinamica ed il comportamento delle calotte polari, anche attraverso lo sviluppo di nuovi approcci interpretativi che conducano ad una migliore comprensione dei processi interattivi fra i diversi comparti del sistema Terra (criosfera, idrosfera, atmosfera e litosfera).

4.1.3 Dinamica della Terra solida ed evoluzione della criosfera

Le regioni polari sono ambienti geodinamici dove è possibile osservare in maniera combinata le interazioni tra la litosfera, la criosfera, l'idrosfera e l'atmosfera e studiare come questi comparti singolarmente o in maniera integrata sono collegati nel sistema climatico globale.

I processi di amalgamazione e frammentazione dei supercontinenti con le conseguenti formazioni di catene orogeniche, aperture di nuovi bracci di mare, modifiche del *pattern* della circolazione oceanica e atmosferica, pur agendo alla scale dei milioni di anni sono i principali fattori di controllo del clima globale.

Negli anni recenti molti studi hanno esplorato i rapporti tra tettonica, clima, erosione e morfologia. C'è un generale consenso sul fatto che l'erosione modifica in maniera significativa il *pattern* di deformazione della litosfera, influisce sulla struttura termica e sullo spessore medio della crosta e, attraverso l'equilibrio isostatico, determina la massima elevazione delle catene montuose. La topografia, a sua volta, influenza il clima modificando la circolazione atmosferica ed il regime delle precipitazioni a scala locale e globale. L'erosione glaciale è anche in grado di controllare la distribuzione della quota media di una catena montuosa. La tettonica ha anche un effetto diretto sul clima facilitando l'emissione in atmosfera o nell'idrosfera di materiali e gas vulcanici.

Questa complessa rete di relazioni, la loro evoluzione nel tempo e l'integrazione in modelli che possano fornire elementi per scenari futuri ha bisogno di essere studiata e monitorata sia attraverso misure geodetiche e geofisiche, che forniscano dati sullo stato attuale del sistema, sia attraverso gli studi geologici e strutturali che forniscono informazioni sulla sua storia passata.

Ad esempio in Antartide gli spostamenti legati alla neotettonica sono dovuti alle strutture regionali attive (*West Antarctic rift system*), alle deformazioni associate al vulcanismo attivo e soprattutto agli aggiustamenti glacio-isostatici della crosta, che si sono sviluppati in risposta alle variazioni di massa dei ghiacci e che influenzano il livello del mare globale.

I tassi di deformazione sono significativi e vengono misurati da alcuni anni a diversa scala e risoluzione tramite reti GPS. Ma per arrivare a comprendere e formulare modelli realistici degli aggiustamenti glacio-isostatici è necessario che essi vengano integrati con misure fatte dallo spazio e con dati provenienti da record e campagne geologiche e da misure geofisiche che forniscono informazioni sulla natura e sulla reologia delle litosfera.

Studi geologici e glaciologici hanno consentito di ricostruire la storia delle coperture glaciali durante e dopo l'ultimo massimo glaciale (LGM). Essi hanno però riguardato aree limitate o problematiche specifiche, mentre è sempre più necessario integrare queste informazioni in un ambito più vasto che consideri la dinamica dei ghiacci alla scala dell'intero continente. A questo proposito risultano critici i risultati delle ricerche che prendono in considerazione la configurazione delle placche litosferiche, la tettonica verticale, la paleotopografia ed i paleoambienti precedentemente e contemporaneamente allo sviluppo delle calotte glaciali.

Analogamente studi geologici, petrologici e sismologici sulla crosta e sul mantello sotto l'Antartide sono essenziali per determinare le proprietà fisiche, la struttura termica e la loro variabilità nello spazio e nel tempo. La mappatura delle proprietà fisiche della litosfera è inoltre un elemento fondamentale per definire la temperatura del mantello che a sua volta può essere utilizzata per stimare il flusso di calore alla base delle calotte glaciali. In questo ambito è anche importante aumentare la capacità di rilevazione sia delle sismicità legata alla tettonica sia di quella legata alla dinamica dei ghiacci (*glacial earthquake*) che può essere legata a cambiamenti significativi nelle condizioni della base delle calotte dovute a processi di fusione.

Per sviluppare alcune di queste tematiche in maniera coordinata e sinergica, la comunità internazionale attraverso lo SCAR, si è organizzata promuovendo ANTEC focalizzato sulla neotettonica e da network di osservatori (POLENET) sviluppati nel corso del recente IPY. Le interazioni tra la litosfera e la criosfera sono al centro del nuovo programma SCAR SERCE. SERCE ha individuato alcuni fondamentali obiettivi da perseguire nei prossimi anni e che riguardano la sintesi delle osservazioni geodetiche, dei dati sismologici, l'elaborazione di modelli dell'evoluzione glaciologica e della struttura litosferica, la stima del bilancio di massa e dell'equilibrio isostatico, nonché i processi subglaciali a partire da osservazioni sismologiche e della superficie glaciale.

4.1.4 Dinamica degli oceani polari

La circolazione oceanica è il mezzo principale di scambio di calore e di sali tra le alte e le basse latitudini. Le acque di fondo fredde e dense, di provenienza polare, che vengono richiamate in superficie nelle aree equatoriali, si riscaldano e vengono deviate nuovamente verso le regioni polari, per effetto dei venti e della rotazione terrestre. Queste correnti scorrono a livelli intermedi di profondità e riemergono in

superficie vicino alla costa antartica richiamate dalla divergenza delle acque superficiali, forzate verso nord dai venti occidentali nell'Oceano Antartico. A sud della divergenza antartica, l'acqua raffreddata dal contatto con il ghiaccio, e arricchita dei sali rilasciati a causa della formazione di ghiaccio marino, perde la spinta di galleggiamento e diventa abbastanza densa da affondare. La cascata delle acque dense lungo la piattaforma continentale e la scarpata forma l'*Antarctic Bottom Water*, che ventila la maggior parte della piana abissale oceanica.

Negli ultimi anni, in alcune zone dell'oceano polare sia meridionale che settentrionale si registra un progressivo riscaldamento dell'acqua, che a sua volta porta ad un'accelerazione della riduzione della copertura glaciale e, nel caso della piattaforma artica, del permafrost.

L'immissione di acqua dolce in mare, causata dalla fusione dei ghiacciai e dall'aumentato apporto dei principali fiumi che sfociano nell'Oceano Artico contribuisce ad alterarne le caratteristiche chimico-fisiche. L'addolcimento e l'innalzamento della temperatura degli oceani polari e sub-polari hanno come effetto quello di diminuire la densità delle masse d'acqua superficiali e quindi della loro capacità di sprofondamento e di conseguenza l'indebolirsi del principale meccanismo che regola la circolazione oceanica globale.

Una delle maggiori sfide del prossimo decennio sarà quella di capire come la formazione di queste masse d'acqua polare avviene oggi, come essa risponde ai cambiamenti climatici in atto e come essa sia variata nel passato in coincidenza di periodi più caldi di quello attuale e soprattutto quali furono le conseguenze sull'ambiente globale.

Per rispondere a tali quesiti sarà necessario intraprendere misure in situ e osservazioni dirette lungo transetti che vanno dalla costa alla piana abissale, lungo il margine continentale, integrati con dati satellitari o rilevati da strumenti autonomi, su aree più ampie e per lunghi intervalli temporali.

Ulteriore potenziale campo di sviluppo è anche l'identificazione, il censimento ed il monitoraggio della componente biologica strettamente legata alla morfologia del substrato ed alla distribuzione delle diverse masse d'acqua (bioregionalizzazione).

L'Oceano polare svolge anche un ruolo chiave anche nel regolare il ciclo globale del carbonio. La CO₂ viene scambiata tra l'oceano e l'atmosfera in modo molto variabile nello spazio e nel tempo. Il livello di CO₂ sulla superficie dell'oceano (pCO₂) ed il livello di CO₂ in atmosfera è controllato dalla combinazione dei processi fisici e biologici che muovono CO₂ dall'oceano superiore a quello profondo e viceversa. Questi processi sono chiamati "pompa fisica" e "pompa biologica". Di regola la pompa biologica agisce sempre per ridurre i livelli di pCO₂ nel mare superficiale.

La pompa biologica si riferisce al ciclo biologico del carbonio all'interno dell'oceano. Si tratta di un processo complesso che opera su scale temporali da ore a mesi, e dipende dai processi fisici di miscelazione e trasporto oceano.

A causa delle sostanze nutritive apportate mediante la risalita di correnti profonde nelle aree di divergenza superficiale, l'Oceano polare è potenzialmente quello biologicamente più produttivo al mondo, anche se la sua produttività è in realtà limitata dalla scarsa disponibilità di micronutrienti come il ferro. Come risultato l'Oceano polare è classificato come ad *High Nutrient Low Chlorophyll* (HNLC).

Attraverso la fotosintesi, il fitoplancton estrae CO₂ dall'atmosfera (sia naturale che antropica) e la immette nelle acque oceaniche e sui fondali marini o nel sottosuolo, attraverso la deposizione e l'affondamento della materia organica in decomposizione.

La pompa fisica descrive il ruolo dei processi dinamici e termodinamici che causano la distribuzione di carbonio disciolto tra l'oceano superficiale e l'oceano profondo. La risalita di acque intermedie relativamente calde porta in superficie nutrienti disciolti e anche anidride carbonica (CO₂), e rilascia questo gas in atmosfera. Le acque fredde delle regioni polari che vengono poi deviate verso le medie latitudini, riscaldandosi durante il percorso, assorbono CO₂ dall'atmosfera, prima di affondare nuovamente. Questi processi complementari, rendono l'Oceano polare, sia una sorgente che un recettore (*source and sink*) di CO₂ atmosferica.

Per quantificare l'influenza dei gas serra di emissione antropica sui cambiamenti climatici è essenziale quantificarne la sorgente e lo stoccaggio e identificarli dai gas emessi da processi naturali. Le misure dei processi *source and sink* che avvengono nelle regioni polari, il rilevamento della biomassa del fitoplancton e l'affinamento dei modelli matematici di produzione per le aree circumpolari e, soprattutto, per l'Oceano Australe potranno contribuire significativamente alle conoscenze sulle tendenze future della concentrazione atmosferica di CO₂ e del conseguente impatto sul clima globale.

Il principale programma scientifico internazionale promosso dallo SCAR e dallo SCOR e sostenuto anche dal WCRP è il *Southern Ocean Observing System* (SOOS). SOOS evidenzia la necessità di integrare dati

storici, ripetere ed implementare analisi in situ, utilizzare strumenti per rilievi su ampia scale e costruire e mantenere serie complete di dati che coprono lunghi intervalli temporali.

4.1.5 Relazioni Sole-Terra e space weather

La Terra si trova immersa nel flusso continuo di protoni ed elettroni provenienti dal Sole, chiamato vento solare. Fortunatamente siamo protetti da questo flusso di radiazioni da una sorta di "scudo" rappresentato dalla magnetosfera, lo spazio entro il quale il campo magnetico terrestre fa risentire la propria azione. Tuttavia, a causa della peculiare forma del campo, Artide ed Antartide si comportano come due finestre attraverso le quali il vento solare può raggiungere direttamente l'alta atmosfera terrestre. Le aurore polari, le tempeste magnetiche e ionosferiche sono due evidenti e ben noti fenomeni naturali generati dall'interazione fra il vento solare e gli ioni dell'alta atmosfera. Una dinamica che dimostra come il campo magnetico terrestre "reagisce" ai cambiamenti che il Sole con la sua attività produce nel vento solare e nel campo magnetico interplanetario.

Osservazioni e ricerche sull'interazione tra vento solare, campo magnetico terrestre e ionosfera, vengono dall'analisi dei dati degli osservatori geomagnetici, ionosferici, aurorali e riometrici. Il monitoraggio di questi parametri fisici contribuisce, inoltre, ai programmi internazionali di climatologia e meteorologia spaziale, un campo noto internazionalmente come *space weather*. Questo termine indica l'insieme delle condizioni ambientali dello spazio circumterrestre, determinate dall'interazione tra vento solare e campo magnetico interplanetario, con il sistema magnetosfera-ionosfera. Conoscere e monitorare le condizioni dello *space weather* è fondamentale in quanto i satelliti artificiali, la navigazione aerea, la radiopropagazione e, in generale, tutti i sistemi tecnologici, sia satellitari che terrestri, subiscono gli effetti dell'alterazione delle cosiddette condizioni normali standard che potremmo definire di 'quiete'. In un mondo nel quale la tecnologia e le telecomunicazioni sono pervasive nella nostra quotidianità, la conoscenza dell'evoluzione dello *space weather* costituisce un elemento indispensabile.

Attività di osservazione sistematica, come il radar Super-DARN, la magnetometria (campo totale e componenti), i sondaggi ionosferici verticali, la riometria, le osservazioni aurorali, ed anche l'analisi dei segnali GPS che provengono dagli appositi satelliti, permetteranno nel triennio in oggetto, di contribuire con dati essenziali allo studio delle condizioni dello spazio circumterrestre, alla conoscenza della dinamica magneto-ionosferica e quindi anche allo *space weather*. Importanti sinergie sono possibili tra le osservazioni di satelliti di nuova generazione dedicati allo studio del Sole e del suo impatto sullo *space weather* (quali ad esempio la missione *Solar Orbiter*, recentemente approvata dall'ESA) e l'osservazione da terra da siti privilegiati in territorio artico e antartico. In questo senso, va sottolineata la possibilità di eseguire dalle nostre postazioni in Antartide osservazioni ininterrotte del Sole, fondamentali per studi ad alta risoluzione dell'attività e delle oscillazioni solari, importantissime per la comprensione della fisica della nostra stella.

4.1.6 L'Universo sopra l'Antartide

L'atmosfera al di sopra del plateau antartico è particolarmente fredda e secca, e relativamente poco turbolenta. Questo permette osservazioni astronomiche in bande altrimenti fortemente assorbite dal vapor d'acqua, e contaminate dalle sue fluttuazioni. Sono quindi particolarmente avvantaggiate le osservazioni nelle bande millimetrica, sub-millimetrica e infrarossa. Queste bande permettono osservazioni dell'universo freddo (emissione da polveri, atomi e molecole nel mezzo interstellare a temperature tra 3 e 100 K) e dell'universo primordiale (fondo cosmico a microonde, sua emissione di corpo nero a 2.725K, misure di dettaglio di anisotropia e polarizzazione).

Dopo le *survey* dei satelliti Planck ed Herschel (iniziate nel 2009 e in via di completamento), ed in parallelo allo sviluppo del grande interferometro ALMA (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*) e dei grandi telescopi sub-millimetrici, come CCAT (*Cornell Caltech Atacama Telescope*) e SPT (*South Pole Telescope*) già operante, la ricerca in queste bande necessita di strumenti di estrema precisione, che migliorino la sensibilità delle *survey* in termini di risoluzione angolare e/o di sensibilità alla polarizzazione.

La comunità cosmologica osservativa è particolarmente attiva in due campi: misure di anisotropia CMB (*Cosmic Microwave Background*) a piccola scala, e misure di dettaglio della polarizzazione CMB.

Nel primo caso ci si concentra sull'effetto SZ (Sunyaev-Zeldovich): si usa il fondo cosmico a microonde come uno sfondo lontanissimo e brillante, e si osservano le strutture cosmiche in controluce. I fotoni del CMB, quando attraversano un ammasso di galassie o un superammasso di galassie, acquistano energia

dagli elettroni liberi ivi presenti. La variazione è indipendente dalla distanza dell'ammasso, e quindi si possono osservare gli ammassi più lontani, nello spazio e nel tempo, che non sarebbero osservabili tramite misure nel visibile o in raggi X. Sono stati così scoperti i più grandi ammassi di galassie e le prime strutture di questo tipo mai formatesi nell'universo. SPT sta ora conducendo un *survey* sistematico, dimostrando quanto l'ambiente antartico sia favorevole a queste misure.

Nel secondo caso, si utilizza il fatto che in generale la radiazione elettromagnetica acquista un debole grado di polarizzazione quando il mezzo da cui viene diffusa è disomogeneo. E' ciò che avviene, ad esempio, per la luce blu proveniente dal sole, che viene diffusa dagli atomi dell'alta atmosfera terrestre. Nel caso dei fotoni CMB, il plasma primordiale dal quale sono diffusi è debolmente disomogeneo, per due motivi. Sono presenti le perturbazioni di densità che formeranno la gerarchia di strutture cosmiche (e la conseguente polarizzazione dei fotoni CMB è stata già misurata da missioni come BOOMERanG e WMAP). Inoltre, nel plasma primordiale sarebbero presenti onde gravitazionali di enorme lunghezza d'onda, se davvero fosse avvenuto nell'universo primordiale il fenomeno dell'inflazione cosmica. Anche queste produrrebbero polarizzazione con un *pattern* ben preciso, di tipo rotazionale, chiamato dagli specialisti *B-modes*. Il fenomeno dell'inflazione cosmica è l'unico finora proposto che può risolvere molti dei problemi del paradigma cosmologico standard. Non solo: l'inflazione cosmica è il fenomeno ad energia maggiore potenzialmente disponibile per studiare la fisica, ed avviene ad energie che non possono essere ricreate in un laboratorio terrestre. Poterne osservare le conseguenze è quindi fondamentale sia per la cosmologia che per la fisica fondamentale.

Le condizioni ambientali e atmosferiche presso la stazione Concordia a Dome C presentano caratteristiche uniche dal punto di vista astronomico. Il contenuto di vapore acqueo precipitabile ($<0.5\text{mm}$) è a livello dei migliori siti del pianeta, mentre la velocità media dei venti (circa 3 m/s) è più bassa di ogni altro sito di alta qualità. Inoltre l'elevata quota barometrica, l'estremo isolamento (ideale per evitare le sempre più invadenti interferenze RF) e l'orizzonte piatto (che minimizza effetti di diffrazione della radiazione del terreno) consentono osservazioni di altissima qualità anche nella banda microonde. L'assenza del Sole nella lunga notte antartica e l'utilizzo di strumentazione opportunamente automatizzata consente di eseguire osservazioni prolungate e su larga scala, impossibili in altri ambienti terrestri.

La strategia scientifica del triennio dovrebbe quindi favorire, in piena sintonia con il programma AAA dello SCAR, l'installazione e l'esecuzione di misure nell'infrarosso e a lunghezze d'onda centimetriche e millimetriche, realizzate preferibilmente da collaborazioni internazionali, che possano garantire il successo di tutte le fasi dell'esperimento, dal progetto alla pubblicazione dei risultati. Alcune attività propedeutiche svolte nello scorso triennio dovrebbero passare ora alla fase di installazione ed esecuzione degli esperimenti: in particolare gli esperimenti BRAIN/QUBIC e IRAIT dovranno passare dalla fase preparatoria alla fase operativa e si dovrebbero inoltre analizzare in dettaglio i piani scientifici e manageriali per l'uso ottimizzato di COCHISE. Per le nuove proposte, si dovrebbe mantenere una apertura a ricevere studi più particolareggiati su esperimenti che sfruttino le eccezionali qualità atmosferiche e ambientali di Dome C come sede delle ricerche.

4.1.7 Evoluzione, adattamento e biodiversità

Dal punto di vista biologico, l'Antartide e l'Oceano Meridionale rappresentano una zona unica per lo studio delle comunità biologiche, della divergenza evolutiva e dei fenomeni di adattamento ad ambienti estremi. In Antartide, le ricerche nell'ambito delle scienze della vita hanno riguardato principalmente la biodiversità, l'adattamento, la struttura e funzione degli ecosistemi, inclusa la comprensione degli effetti dei cambiamenti climatici passati e presenti (e di quelli che si ipotizzano nel futuro) su questi, e l'effetto della luce, del freddo e dell'isolamento su organismi ed ecosistemi, sia nel continente che nell'Oceano Meridionale.

Sebbene negli ultimi anni si siano fatti notevoli progressi, la biologia e l'ecologia dell'Antartide sono ancora ampiamente inesplorate. L'Antartide, per la presenza di ecosistemi semplici, quali quelli microbici, fornisce modelli di studio unici per chiarire le interazioni, gli adattamenti, i processi di speciazione e i meccanismi evolutivi in condizioni estreme. Uno degli sviluppi più importanti riguarda senza dubbio le acquisizioni sulla biodiversità marina e terrestre. L'Antartide sta subendo un cambiamento significativo a causa dei mutamenti climatici, della diminuzione dell'ozono stratosferico, dell'introduzione di specie alloctone, del trasporto di contaminanti, dell'aumentata pressione per turismo, ricerca scientifica e sfruttamento delle risorse. Una mole crescente di dati indica come gli organismi e gli ecosistemi antartici stiano rispondendo ai cambiamenti climatici e il censimento della vita marina in Antartide (*CAML, Census of Antarctic Marine Life*) costituisce un contributo fondamentale per la valutazione dei possibili

cambiamenti futuri. Un analogo censimento per le specie terrestri non è ancora disponibile e questo rappresenta una priorità per gli studi biologici. In queste regioni, le scienze della vita hanno una lunga tradizione nello studio dell'adattamento, della struttura e delle funzioni degli ecosistemi e nella fisiologia degli organismi unici che le abitano. Nell'ambito del proseguimento di tali ricerche si potrà introdurre la possibilità di ampliare gli studi in aree geografiche diverse da quelle dove insistono le basi italiane e protrarre le osservazioni oltre il tradizionale periodo estivo. E' auspicabile l'applicazione delle nuove metodologie biologiche, soprattutto 'omiche', oggi a disposizione.

In particolare, si ritiene opportuno promuovere ricerche, sia di biologia marina che terrestre, nell'ambito di aree tematiche di riferimento quali l'adattamento biologico, i meccanismi e i risultati degli adattamenti agli ambienti estremi - aprendo la possibilità alla ricerca e alla caratterizzazione di biomolecole di interesse biomedico e/o ambientale. L'approfondimento delle conoscenze sui meccanismi evolutivi e sulla biodiversità, con particolare riguardo alla relazione con i cambiamenti climatici, passati e futuri, e l'inquinamento, si otterrà anche promuovendo l'integrazione tra le ricerche nel settore bio-ecologico, geologico-glaciologico, oceanografico e climatologico. Incrementi notevoli di conoscenza si potranno ottenere coinvolgendo in progetti comuni aree tematiche diverse, ma complementari, su temi quali l'evoluzione biologica e geologica e lo studio dei fondali marini. Rappresentano quindi priorità:

- il censimento delle specie terrestri;
- lo studio dell'adattamento, della struttura e delle funzioni degli ecosistemi terrestri e marini;
- lo studio dell'adattamento biologico degli organismi agli ambienti estremi, i suoi meccanismi e risultati;
- ricerche di biologia marina e terrestre in riferimento alla caratterizzazione di biomolecole di interesse biomedico e/o ambientale;
- l'integrazione tra le ricerche nel settore bio-ecologico, geologico-glaciologico, oceanografico e climatologico;
- è opportuno l'ampliamento delle ricerche ad aree diverse dalle zone limitrofe alle basi italiane e l'uso di nuove metodologie biologiche, soprattutto "omiche".

Infine, un tema importante riguarda le prospettive euristiche dell'esplorazione biologica dei laghi subglaciali, anche in collaborazione con la glaciologia. I laghi subglaciali antartici rappresentano ambienti eccezionali, con analogie con ambienti extraterrestri, che offrono potenzialità di studi innovativi in campo biologico, glaciologico, paleoclimatico e geologico, nonché di sviluppi tecnologici. La recente perforazione del lago Vostok apre nuove prospettive di ricerca. Il pericolo di contaminare questi ambienti richiede controlli rigorosissimi sulle tecniche di perforazione, campionamento e stoccaggio dei campioni e lo sviluppo di nuove metodologie, che possono essere traslate per l'esplorazione di corpi extraterrestri. Un altro motivo di interesse nasce dall'evidenza che alcuni laghi subglaciali presenti sotto la calotta occidentale sono in connessione fra loro (accentuando i rischi di contaminazione) e con il mare.

La comunità scientifica (*Expert Group su Advancing Technological and Environmental stewardship for subglacial exploration in Antarctica - ATHENA*), ha individuato alcune linee prioritarie di ricerca orientate ad una grande collaborazione internazionale:

- controllo e valutazione della contaminazione chimica e biologica dei sistemi previsti per l'accesso ed il campionamento di acqua e sedimenti nei laghi subglaciali;
- caratterizzazione biogeochimica dei sistemi subglaciali antartici, sia per quanto riguarda il ghiaccio di accrescimento, che gli eventuali campioni di acqua e sedimenti che si renderanno disponibili, per meglio comprendere le condizioni che possono aver consentito l'adattamento di organismi viventi in ecosistemi estremi;
- ricerca di organismi viventi o loro tracce con metodi classici e molecolari;
- sviluppo di nuovi protocolli di analisi chimica e biochimica, anche in situ, per la caratterizzazione di questi ambienti.

4.1.8 L'Uomo in ambienti estremi

Per quanto riguarda le ricerche in ambito biomedico, gli aspetti conoscitivi riguardano principalmente le informazioni su effetti biologici, psicologici e sociologici. In particolare, il settore di biomedicina sembrerebbe al momento comprendere tanto tematiche legate ad aspetti prettamente naturalistici e/o di ecologia e biologia evoluzionistica, quanto aspetti legati alla medicina e alla salute, con particolare riguardo alla prevenzione di stati patologici, sia acuti che cronici: questi ultimi anche con effetti a distanza che potrebbero riguardare il personale italiano e non, che permane in ambiente antartico. Le tematiche

legate alla prevenzione e al monitoraggio della salute andrebbero rinvigorite. Alcuni aspetti riguardano senz'altro l'adattamento fisiologico al clima, le eventuali contromisure da adottare sia nella fase di preparazione alla partenza e al viaggio, sia della permanenza in Antartide, sia durante la fase di monitoraggio dopo il rientro; la dieta; gli effetti del ritmo circadiano e delle sue disregolazioni in funzione della latitudine e dei tempi di acclimatazione.

Un aspetto particolarmente interessante riguarda infine la permanenza in unità sociali numericamente assai limitate, per periodi prolungati, in condizione di confinamento e di parametri ambientali "estremi". Tutto ciò ha anche relazioni con la medicina spaziale. Tale insieme di fattori induce cambiamenti omeostatici in alcuni importanti sistemi regolatori neuroendocrini, responsabili della risposta adattativa fisiologica dell'organismo. Sarebbe dunque opportuno promuovere un cluster di ricerche su queste tematiche, che coniughi gli aspetti di misurazione di parametri psicologici con la valutazione dei livelli salivari ed ematici (potrebbero anche essere considerate altre matrici biologiche quali urine, capelli ecc.) per il monitoraggio di biomarcatori della risposta allo stress e predittivi di patologie.

4.1.9 Contaminazione ambientale

I processi che contribuiscono al cambiamento della qualità dell'ambiente globale sono numerosi e complessi. Il continente antartico presenta una serie di caratteristiche uniche che lo rendono un ambiente privilegiato per questo tipo di indagini: i processi che avvengono in questo continente influenzano e vengono influenzati da cambiamenti che intervengono nelle regioni tropicali e temperate. In questo continente, il contributo antropico ha un peso relativamente limitato e questo consente di differenziare in maniera più agevole i contributi derivanti dalle attività antropiche dai processi naturali.

L'evoluzione nelle caratteristiche ambientali che intervengono in Antartide sono influenzati dai processi che avvengono nel resto del globo e i cambiamenti intervenuti sono registrati nella composizione di alcune matrici conservative presenti nel continente antartico (ghiaccio continentale, sedimenti marini). Un'attenta valutazione della composizione di queste matrici consente di discriminare i cambiamenti ambientali precedenti da quelli successivi alla rivoluzione industriale e, d'altra parte i cambiamenti osservati prima che siano diventati evidenti i contributi umani aiutano a comprendere la risposta del sistema ambientale globale alle sollecitazioni indotte da particolari processi ambientali.

E' noto che cambiamenti climatici influenzano il trasporto di specie chimiche attraverso l'atmosfera, i processi fisici, chimici e biologici che intervengono negli oceani, gli scambi alle interfacce aria/acqua, acqua/sedimento. Ci sono ipotesi secondo le quali gli inquinanti organici volatili e semivolatili immessi in zone temperate e tropicali raggiungono le aree polari attraverso un meccanismo di trasporto così detto *cold condensation*, la mobilità di questi composti pertanto dipende dalla ripartizione tra i diversi sistemi coinvolti.

Nell'oceano meridionale sono presenti le più estese aree con caratteristiche *High Nutrient Low Chlorophyll* legate alla carenza di micronutrienti, quali ad esempio il ferro, che impediscono una produzione primaria commisurata alla concentrazione di nutrienti. Cambiamenti nel clima producono effetti sulla dispersione di microcomponenti, sia organici che inorganici, e sui cicli biogeochimici che ne regolano la distribuzione tra le componenti antartiche.

Un adeguato monitoraggio di parametri chimici, fisici e biologici nell'atmosfera, in acqua di mare, nella neve e nei ghiacci nonché lo studio lungo profili verticali in matrici conservative consentono di ricostruire alcuni dei meccanismi che regolano il trasporto a livello globale ed i cicli di microcomponenti compresi gli inquinanti ubiquitari in condizioni climatiche estreme.

In questo contesto lo studio della contaminazione delle aree polari rappresenta un significativo indicatore ed un utile strumento per studiare gli effetti dell'antropizzazione globale del Pianeta per cui risultano fondamentali, i seguenti obiettivi:

- determinazione degli inquinanti emergenti;
- approfondimento dei processi di contaminazione chimica da elementi e composti antropogenici;
- studio degli effetti dei cambiamenti globali sulla qualità delle principali matrici antartiche;
- monitoraggio delle evoluzioni ambientali attraverso la continuazione della raccolta di serie storiche di dati;
- bioaccumulo;
- analisi, valutazione e confronto con i dati di contaminazione artica e con dati derivanti dagli organismi preposti alla valutazione dell'impatto delle basi scientifiche in zone polari.

Tali ricerche si pongono in un quadro di grande interesse internazionale, infatti il crescente problema dell'inquinamento a livello globale ha fatto sì che la valutazione della contaminazione ambientale in

ambienti polari rivesta una sempre maggiore importanza. Le peculiari caratteristiche ecologiche delle aree polari le rendono particolarmente sensibili al degrado derivante dall'inquinamento chimico; in questo contesto la comunità scientifica internazionale organizza una serie di conferenze con cadenza biennale su *Contaminants in Freezing Ground and Cold Ecosystems*, la prossima sarà organizzata nel 2014 a Melbourne.

I più importanti paesi coinvolti in ricerche scientifiche sia in Artico che in Antartide hanno implementato protocolli e attivato progetti di ricerca per valutare gli effetti derivanti dalla contaminazione ambientale, sia derivanti dalle attività locali che dalla dispersione a livello globale.

4.1.10 Paleoclima

I processi climatici che avvengono nelle regioni polari non sono ancora del tutto conosciuti, ma è chiaro che hanno ed hanno avuto in passato, un ruolo fondamentale nel regolare il bilancio energetico e quindi la dinamica del clima globale.

Alla scala dei milioni di anni, il clima globale è governato dai processi geodinamici che determinano il riassetto delle masse continentali e modificano la circolazione oceanica e atmosferica globale.

Alla scala delle centinaia e migliaia di anni invece le variazioni del clima sono fondamentalmente legate a cicli astronomici che determinano fasi di crescita e contrazione delle calotte polari, modificano il livello del mare di centinaia di metri, influenzano la stratificazione degli oceani, la distribuzione del calore e delle precipitazioni alle varie latitudini e l'habitat degli organismi polari e la biodiversità. Il ghiaccio nelle regioni polari si è accumulato a partire da circa 35 milioni di anni fa in Antartide e molto più tardi, circa 3,5 milioni di anni fa, nell'Atlantico settentrionale ed in Artico. La transizione da una Terra *greenhouse* ad una situazione *icehouse* e la storia degli ultimi 35 milioni di anni di processi glaciale e glacio-marini sono conservati nei sedimenti periantartici, mentre la storia più recente è perfettamente archiviata nel ghiaccio continentale.

Le carote di ghiaccio artiche (NEEM) ed antartiche (EPICA, TALDICE) e le perforazioni in sedimenti marini (*Cape Roberts* - CRP, *Antarctic Geological Drilling* - ANDRILL e *International Ocean Discovery Program* - IODP) hanno evidenziato cambiamenti ciclici del clima alla scala delle decine di migliaia di anni a carattere bipolare.

La perforazione EPICA ha anche evidenziato il diretto legame fra temperatura e concentrazioni di "gas serra" in atmosfera, ed ha dimostrato che, negli ultimi 800.000 anni il contenuto di CO₂ in atmosfera non ha mai raggiunto i valori attuali. Il confronto dei record climatici ottenuti dalle carote di ghiaccio con quelli ricavati dallo studio dei sedimenti marini si è dimostrato fondamentale per meglio comprendere i meccanismi legati alla sensibilità climatica del nostro pianeta.

Le perforazioni di sedimenti marini effettuate dai programmi ANDRILL e IODP hanno ricavato informazioni fondamentali che documentano variazioni dell'estensione dei ghiacci legate ai cicli astronomici già dal Miocene e della copertura del ghiaccio marino per gli ultimi 10.000 anni. ANDRILL inoltre ha fornito la prova diretta di assenza prolungata di ghiaccio, sia continentale che marino, in un sito costiero del Mare di Ross, durante un periodo caldo, intorno a 1 milione di anni fa, quando la calotta antartica era molto simile a quella attuale. Lo scenario evidenziato da ANDRILL suggerisce che il collasso della calotta antartica potrebbe ripetersi ancora in un contesto climatico, particolarmente caldo, come quello ipotizzato dai modelli per il prossimi 100 anni, secondo l'IPCC 2007.

Queste ricerche hanno anche messo in luce che i diversi componenti del sistema climatico (atmosfera, litosfera, idrosfera, criosfera, biosfera) interagiscono in maniera complessa e per lo più in modo non-lineare, a causa della presenza di effetti di retroazione e di effetti soglia.

La ricerca in campo paleoclimatico del prossimo decennio dovrà quindi mirare a scoprire, studiare e confrontare altri archivi con elevata risoluzione temporale, in diverse aree delle regioni polari sia nell'interno della calotta che lungo il suo bordo, nelle zone sia continentali che marine costiere o distali oceaniche profonde, per verificare la variabilità ambientale dell'impatto dei cambiamenti climatici avvenuti in passato, al fine di comprendere la velocità e le modalità di reazione dei vari comparti ai cambiamenti climatici in atto. Il futuro della ricerca polare sarà quindi indirizzato alla raccolta dati mediante perforazioni che possano guidare e garantire il recupero di serie stratigrafiche complete e dettagliate.

Dopo i brillanti risultati delle perforazioni di ghiaccio europee EPICA e NEEM la comunità scientifica mondiale degli *ice core*, coordinata nell'ambito di *International Partnership in Ice Core Sciences* (IPICS), ha individuato alcune linee prioritarie di ricerca da svolgere nel prossimo decennio e orientate a:

- estendere la registrazione degli eventi climatici e atmosferici registrati dagli archivi glaciali a periodi più antichi di un milione di anni;
- ampliare la copertura geografica delle osservazioni paleoclimatiche comprendendo siti chiave finora inesplorati e che forniscano in dettaglio informazioni sugli ultimi 40.000 anni ;
- focalizzare l'attenzione su periodi climatici d'importanza fondamentale, quali per esempio gli ultimi due millenni e verificare la sensitività climatica alla forzante antropica;
- confrontare tra loro periodi interglaciali e metterli in relazione con il periodo attuale per verificare la risposta della calotta antartica alle variazioni climatiche.

La comunità scientifica mondiale dei sedimenti marini sarà impegnata nell'attuazione della perforazioni del substrato sotto la *Ross Ice Shelf*, e sul margine continentale sia antartico (Mare di Ross, dell'Amundsen Sea, della Penisola Antartica, Mare di Weddell, margine del Totten Glacier, e Conrad Rise-Bud Coast), che artico (Mare di Barents, Lomonosov Ridge, Beaufort Sea e Chukchi Plateau) nell'ambito dei programmi di perforazione profonda (ANDRILL ed IODP) e superficiale (Shaldrill e Mebo). Gli obiettivi sono datare e ricavare informazioni ambientali sulle fasi più significative dell'evoluzione della calotta glaciale nel mare di Ross e lungo il margine orientale ed occidentale antartico e artico.

Il programma SCAR che coordinerà le azioni internazionali finalizzate a studi paleoclimatici integrando le due comunità dei sedimenti marini e delle carote di ghiaccio è PAIS, *Past Antarctic Ice Sheet Dynamics*, successore di ACE. Obiettivo di PAIS è studiare in particolare le aree vulnerabili, lungo transetti dalla costa alle zone abissali, del margine occidentale ed orientale della calotta antartica, per fornire informazioni sulle modalità e velocità di transizione, sulle soglie climatiche in cui avvengono i cambiamenti di stato ambientali (dove la cronologia lo permette, mediante il link con le carote di ghiaccio).

4.1.11 Problematiche e rischi ambientali

La mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici è tra gli obiettivi prioritari di Orizzonti 2020 e dei maggiori programmi di ricerca internazionali, per un'oculata valutazione degli impatti economici e della vulnerabilità del sistema sociale. Strumenti fondamentali per raggiungere tali obiettivi sono il monitoraggio delle variazioni climatiche e ambientali in atto e la documentazione di mutazioni climatiche e ambientali, avvenute in epoche passate: informazioni tutte indispensabili per elaborare proiezioni climatiche affidabili.

Nell'ultimo secolo vi è stato un consistente incremento degli eventi naturali calamitosi che hanno avuto un impatto significativo sulla società. È opinione comune nella comunità scientifica che il cambiamento climatico in atto comporti anche una significativa modifica delle condizioni ambientali, con aumento della pericolosità di eventi naturali sulle attività antropiche a diversi livelli (eventi climatici estremi, inondazioni, siccità, uragani, eccetera). Anche alla scala decennale tuttavia i trend climatici sono difficili da prevedere e difficile è capire quali sono i forzanti interni o esterni, naturali ed antropici, e la rapidità del cambiamento ambientale ad essi connesso.

E' fuori di dubbio che i cambiamenti in corso nelle regioni polari abbiano influenza a scala globale, come ad esempio l'effetto dell'aumento della fusione dei ghiacci polari sull'innalzamento del livello marino e sulla modificazione della circolazione oceanica sia superficiale che profonda.

La riduzione della copertura glaciale e del permafrost sta avendo e avrà un crescente impatto sugli ecosistemi marini e terrestri. In risposta al riscaldamento regionale potranno verificarsi imponenti rilasci di idrati di metano – attualmente sequestrati nelle sequenze sedimentarie - con conseguenze climatiche globali – dato il potente effetto serra di questo gas - e locali, per esempio sulla stabilità delle scarpate sottomarine.

I più grandi movimenti di massa di sedimento conosciuti sul pianeta (non connessi ad attività vulcanica), appartengono alle aree polari e i loro effetti, quali la generazione di onde di tsunami, causano situazioni di rischio anche in aree remote trans-oceaniche (*far field impact*).

La consapevolezza, recentemente acquisita, della rilevanza sociale ed economica dei *submarine geohazard* impone approfonditi studi sui processi sedimentari e sulla loro interazione con l'ambiente fisico, chimico e biologico negli oceani polari. La comprensione dei processi polari sedimentarie e dei *natural hazards* richiede un approccio integrato che comprende osservazioni di laboratorio, studi sul campo e modellazione.

Fra gli effetti del riscaldamento locale sono già adesso evidenti quelli sulla stabilità delle infrastrutture (costruzioni, strade, delle condotte di gas, delle discariche di raccolta di rifiuti etc).

I cambiamenti ambientali condurranno alla minaccia e all'estinzione di molte specie viventi, a modifiche

della distribuzione e dei *pattern* di migrazione, ma per quanto riguarda in particolare la regione artica, determineranno anche nuove opportunità per il turismo, attività di pesca e di estrazione e trasporto di petrolio e gas ed imporranno la pianificazione di strategie di adattamento delle popolazioni residenti.

A seguito della riduzione del ghiaccio artico già nei prossimi anni si potrebbe assistere ad un aumento del traffico marittimo con apertura di nuovi scenari di opportunità per attività economiche ma al tempo stesso si dovranno prevedere adeguati controlli sulla gestione del mare, sui sistemi di soccorso, servizi di *search and rescue* ed una più stretta cooperazione internazionale.

In questo contesto le ricerche dovranno tendere a mettere in luce le più significative ricadute dei *trend* climatici in ambiente biologico, fisico ed oceanografico in Antartide. Si dovranno inizialmente individuare le componenti più sensibili del sistema polare ed enucleare i *trend* più significativi e procedere successivamente alla valutazione dei dati fenomenologici allo scopo di individuare le possibili mitigazioni degli effetti nonché evidenziare le eventuali opportunità. Nelle varie tematiche rientrano ad esempio lo studio della degradazione del permafrost ed il conseguente rilascio di gas-serra, gli effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità e sulla circolazione oceanica con conseguenze varie, ecc.

Il programma dello SCAR che studia i rischi ambientali connessi alle variazioni climatiche in atto ed è mirato a fornire informazioni per migliorare previsioni future è AntClim21 i cui obiettivi si pongono in collegamento con altri programmi come IPICS, SOOS, PAIS, AntEco, Ant-ERA, EG-PPE, ISMASS.

4.1.12 Tecnologia: innovazione e sperimentazione

Gli avanzamenti delle ricerche nelle aree polari sono fortemente correlati con la disponibilità di strumenti di osservazione e di indagine diretta a elevato contenuto tecnologico. Infatti, qui ciascun tipo di osservazione di lungo termine o di misura puntuale richiede soluzioni molto specializzate in risposta non solo alle condizioni ambientali/climatiche estreme, ma anche alla capacità di operare per lunghi periodi di tempo senza intervento umano, o anche in completo automatismo sia in riferimento a sistemi fissi che mobili. Le sfide tecnologiche che necessitano e perciò producono innovazione tecnologica riguardano principalmente i materiali speciali, l'affidabilità del funzionamento in un ampio intervallo di condizioni ambientali, la miniaturizzazione, la sensoristica, anche per gli studi micro- e nano climatici, la robotica, le telecomunicazioni, l'elaborazione dati, l'ingegnerizzazione e, non da ultimo, il contenimento dei costi.

Un ulteriore ampio settore di ricerca e innovazione in rapida crescita riguarda le biotecnologie soprattutto in riferimento alla scoperta e l'utilizzo di biomolecole trovate negli ambienti polari, che possono trovare utilizzazione in medicina o nella cosmetica, o anche in processi fondati sulla biocatalisi e come biocarburanti. Ad esempio particolare interesse rivestono i microrganismi e gli enzimi isofunzionali attivi a basse temperature, che possono trovare impiego nell'industria alimentare, nel biorisanamento e nel restauro, oppure le sostanze antiossidanti.

Le ricerche nelle aree polari divengono perciò anche un "propulsore" di ricerca e sviluppo tecnologico, generando molteplici intese tra il sistema-ricerca e le imprese; nella maggioranza dei casi queste intese hanno le caratteristiche per trasformarsi da un semplice rapporto del tipo committente-fornitore, a una alleanza che vede il soggetto di impresa-fornitore di tecnologia diventare anch'esso "beneficiario" dei prodotti innovativi, in termini di brevetti e trasferibilità al mercato.

La rassegna delle idee raccolte per la definizione delle presenti linee strategiche di ricerca polare ha messo in evidenza come molte iniziative si prestino a sviluppare stretti rapporti di collaborazione o evidenti potenzialità di partenariato con il sistema delle imprese, per lo sviluppo tecnologico congiunto di sistemi innovativi di indagine diretta o di processo produttivo.

Per grandi gruppi, le proposte riguardano sistemi osservativi marini, geofisici, geochimici, vulcanologici, criosferici, astronomici; microsensoristica ambientale e tecnologie per l'osservazione dello spazio e lo studio della bassa, media ed alta atmosfera; veicoli autonomi di tipo AUV, USV, e ROV; campionatori di fondo marino; biotecnologie e sistemi energetici da fonti rinnovabili e tecnologie avanzate di supporto alla logistica.

Nella grande maggioranza dei casi i soggetti fornitori di tecnologia sono piccole e medie imprese: particolarmente interessante il coinvolgimento dei Distretti Tecnologici che già si fondano sulla partnership pubblico-privato e sulla partecipazione diretta degli Enti di ricerca, come nel caso delle tecnologie marine.

I benefici per le ricerche nelle aree polari riguardano non solo l'avanzamento delle conoscenze scientifiche, ma anche il possibile contenimento dei costi delle campagne di ricerca attraverso l'impiego dei sistemi osservativi automatici che non richiedono l'intervento umano per lunghi periodi e i veicoli autonomi sia di superficie che aerei.

Sul fronte dell'innovazione e della competitività del sistema produttivo, la trasferibilità dei prodotti "guarda" all'ampio mercato del monitoraggio e controllo dell'ambiente nei suoi diversi comparti, la sorveglianza di obiettivi sensibili, la sicurezza e la difesa, nonché l'ampissima area delle biotecnologie e della medicina. e alle potenzialità degli organismi polari facilmente coltivabili in laboratorio, da sottoporre a screening per la produzione di nuove biomolecole di interesse applicativo, come ad esempio metaboliti bioattivi, acidi grassi insoliti e sostanze anticongelanti. La potenzialità delle biomolecole può essere verificata anche *in silico*. Nell'ottica della partnership pubblico-privato in termini di mutuo beneficio dei prodotti delle ricerche, ma anche di condivisione dei costi di R&S, si ritiene appropriato il modello di cofinanziamento del tipo *Public procurement*, già adottato con successo dagli USA come "motore" di innovazione nel sistema produttivo.

In sintesi, il finanziamento pubblico dovrebbe coprire i costi di costruzione dei prototipi dei dispositivi o delle macchine, ma non -ad esempio- i costi della loro progettazione, cioè il costo *in kind* sostenuto dalle imprese.

I relativi bandi, riservati alle imprese in qualità di "contraente principale", devono perciò essere mirati alla costruzione e fornitura dei dispositivi tecnologici, contenendo la specificazione delle loro caratteristiche funzionali, ma non le caratteristiche tecniche che saranno autonomamente definite dai progettisti. La parte pubblica sostiene i costi di fabbricazione (materiali e macro-componenti) e si riserva il comodato d'uso dei prototipi realizzati, mentre all'impresa realizzatrice restano i diritti di brevettazione e produzione, ferma restando la proprietà intellettuale degli eventuali inventori della parte pubblica.

Un ulteriore scenario di stretta collaborazione pubblico-privato su base quinquennale riguarda il "Progetto-bandiera RITMARE" finanziato dal MIUR e partecipato dagli Enti di ricerca e dalle reti di impresa che, tra le sue finalità, prevede la progettazione e costruzione di una nave oceanografica di "Classe ghiaccio" caratterizzata da alti contenuti innovativi. Si ritiene quindi proficuo che nel definire le specifiche funzionali della strumentazione e dei dispositivi di ricerca in dotazione alla nave si tengano in considerazione le priorità definite con la strategia di ricerca nazionale nelle aree polari.

Un impulso alla ricerca e allo sviluppo tecnologico di dispositivi per le ricerche polari potrebbe anche essere realizzato con una sorta di "estensione all'impiego in ambienti estremi" dei diversi tipi di strumenti e macchine attualmente in fase di progettazione.

Considerati gli interessi scientifici e in progetti in corso di sviluppo in ambito pubblico e industriale, si considera prioritario lo sviluppo di:

- sistemi osservativi dell'ambiente e del fondo marino, inclusi i veicoli autonomi di superficie e di profondità;
- strumenti di osservazione dello spazio e dell'alta atmosfera;
- biotecnologie, in prevalenza orientate alla produzione di farmaci o di catalizzatori.

4.2 Sistema degli osservatori permanenti

Ogni programma nazionale antartico ha il compito di raccogliere con sistematicità e continuità e diffondere dati di natura fisica e chimica sull'ambiente antartico.

Sono da considerare osservatori permanenti quelle strutture che svolgono attività di raccolta di osservazioni e dati di interesse generale, nazionale ed internazionale che implica la standardizzazione della raccolta dei dati, l'automatizzazione dei sistemi osservativi e la trasmissione in tempo reale. La responsabilità della conduzione, manutenzione periodica della strumentazione, dei sistemi di conservazione e della diffusione dei dati è affidata a un'entità con personalità giuridica (ente pubblico di

ricerca, università, etc.) che ne assicuri la continuità nel tempo e ne propone il responsabile. Il responsabile dell'osservatorio permanente è impegnato a produrre un rapporto annuale e un rapporto finale alla conclusione del quinquennio di attività.

Nel corso del 2012 dovrà essere realizzato il portale degli osservatori e saranno identificati i *data center* idonei a garantire la raccolta, conservazione e l'accessi ai dati.

Allo stato attuale sono attivi i seguenti osservatori permanenti:

presso la stazione Mario Zucchelli a Baia Terra Nova

- Osservatorio di geomagnetismo e elettromagnetismo (INGV)
- Osservatorio geodetico nella Terra Vittoria settentrionale (Università di Modena e Reggio Emilia)
- Osservazioni in alta atmosfera e climatologia spaziale (INGV)
- Osservatori sismologici permanenti (INGV)
- Osservatorio meteo-climatologico (ENEA)

presso la stazione Concordia a Dome C

- Osservatorio di flussi di radiazione solare ed infrarossa (sito BSRN) (CNR)
- Osservatorio meteo-climatologico (ENEA)
- Osservatorio di geomagnetismo e elettromagnetismo (INGV)
- Osservatori sismologici permanenti (INGV)
- Osservatorio alta atmosfera (INGV)
- Osservatorio di climatologia spaziale (in fase di installazione) (INAF-IAPS)

nel Mare di Ross

- Osservatorio marino (Università Parthenope di Napoli)

nel Mare di Scozia

- Rete di osservatori sismologici a larga banda (OGS)

La strategia di intervento privilegerà il potenziamento delle attività a carattere osservativo e/o di *site testing* presso la stazione Concordia in stretta collaborazione con la Francia ed altre nazioni.

4.3 Potenziamento dell'internazionalizzazione

La collaborazione internazionale è nello spirito della ricerca polare: permette lo sviluppo di progetti di ricerca di dimensioni e interessi sopranazionali; consente risparmi e razionalizzazioni dell'uso dei mezzi di supporto infrastrutturale e logistico. Sviluppare la collaborazione internazionale, se prima era un'opportunità adesso in tempi di crisi economica globale è diventata una esigenza.

Collaborazioni a carattere logistico-operativo

Di seguito vengono esemplificate alcune tipologie di collaborazioni.

Consorti internazionali per la progettazione, costruzione di infrastrutture

Si tratta di collaborazioni regolate da accordi intergovernativi (esempio: Concordia fra Francia e Italia), interministeriali o fra agenzie polari (esempio: Ericson Aurora Borealis).

Consorti/accordi per l'utilizzazione/gestione comune/coordinata di stazioni polari, mezzi navali e aerei

Si tratta di accordi fra agenzie e/o organismi polari tendenti a ottimizzare l'utilizzo comune di stazioni (esempi: Concordia con IPEV-Francia eventualmente da allargare ad altri paesi, EU-POLARIS con AWI-Germania, IPEV-Francia, NPI-Norvegia, BAS-UK), e mezzi aerei/aeroporti (esempi: con NSF-USA, Antarctica New Zealand, KOPRI-Corea) e navali in aree polari (esempi: con KOPRI-Corea, BGR e AWI Germania).

Collaborazioni a carattere scientifico

Le tre priorità individuate da "Orizzonte 2020" trovano ampia corrispondenza con alcune delle tematiche scientifiche del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. La possibile partecipazione del PNRA riguarda in particolare la priorità "Sfide per la società" per gli obiettivi specifici: (e) azioni per il clima, efficienza delle risorse e materie prime; (c) energia sicura, pulita ed efficiente; (d) trasporti intelligenti, verdi e integrati; e per la parte relativa alla ricerca marina e marittima dell'obiettivo (b) sicurezza alimentare agricoltura sostenibile, ricerca marina e marittima nonché bioeconomia.

Lo sviluppo di collaborazioni internazionali ha come presupposto la partecipazioni attraverso rappresentanze nazionali ad organismi quali lo *Scientific Committee on Antarctic Research*, l'*International Arctic Science Committee* e l'*European Polar Board*.

Lo *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR) ha promosso una serie di programmi a carattere multidisciplinare, quali ad esempio EBA, AGCS, ICESTAR, SALE, ACE, AAA, che costituiscono le priorità per la scienza antartica (*SCAR Strategic Plan 2011-2016 Antarctic Science and Policy Advice in a Changing World* - www.scar.org). Analoga iniziativa ha condotto l'European Polar Board in una prospettiva bipolare per favorire la collaborazione europea (*EPB Strategic Position Paper – European Research in the Polar Regions* - www.esf.org).

La possibilità di partecipare ai bandi della Commissione Europea per "Orizzonte 2020" e/o promuovere iniziative scientifiche internazionali a carattere internazionale nel contesto delle priorità SCAR e/o EPB spesso presuppone la costituzione di accordi di collaborazione formali sia pur temporalmente limitati alla durata del progetto.

Esempi di tipologie di accordi di collaborazioni sono:

Grandi programmi/progetti di ricerca internazionali

Si tratta di programmi/progetti di ricerca promossi da gruppi di più paesi e regolati da accordi sottoscritti da agenzie/organismi polari (esempi: PolarCLIMATE, Cape Roberts Project, ANDRILL, EPICA, TALDICE, Airborne Polar Experiment, WEGA).

Ricerche che utilizzano piattaforme fisse e mobili di altri paesi

Per la conduzione di progetti di interesse comune di due o più gruppi di ricerca da realizzarsi a partire da piattaforme di altri paesi (esempi: CORIBAR, WISSARD) dovranno essere stipulati accordi fra agenzie e/o organismi polari. Tale tipologia di accordo può essere adottata anche per favorire la mobilità di ricercatori, specialmente giovani, non solo presso piattaforme polari, ma anche in laboratori di altri paesi attraverso accordi fra istituti di ricerca basati su interessi scientifici comuni.

Sistemi internazionali di archivi di campioni e banche dati

Si tratta di accordi fra agenzie e/o organismi polari tendenti a conservare dati e campioni al fine di ridurre l'impatto sul territorio, evitare duplicazioni e garantirne la disponibilità alle future generazioni di ricercatori (esempio: Antarctic SDLS).

4.4 Tipologia delle attività di ricerca

Al fine di potenziare le collaborazioni scientifiche internazionali le priorità scientifiche nazionali dovranno essere perseguite attraverso tipologie di attività di ricerca innovative e flessibili.

Progetti di ricerca condotti in ambito di accordi scientifici internazionali

Si tratta di progetti di ricerca sviluppati nell'ambito di accordi formalizzati fra agenzie e/o organismi polari per la conduzione di ricerche di grande dimensione e che prevedono un notevole impegno operativo/logistico (esempi: Concordia, Cape Roberts Project, ANDRILL, EPICA, TALDICE, PolarCLIMATE, Airborne Polar Experiment, WEGA, etc.).

Progetti di ricerca condotti nell'ambito di iniziative scientifiche internazionali

Si tratta di progetti condotti da gruppi di ricerca nazionali che contribuiscono ad iniziative internazionali quali ad esempio i programmi EBA, AGCS, ICESTAR, SALE, ACE e AAA, promossi dallo *Scientific Committee on Antarctic Research*, IODP, IPICS, etc.

Progetti di ricerca nazionali

Si tratta di progetti condotti da due o più unità di ricerca con prevalente carattere interdisciplinare.

Progetti di ricerca per giovani

Si tratta di progetti riservati a singoli laureati, di età inferiore a 35 anni.

Raccolta e diffusione di dati di osservatori permanenti

Si tratta di attività di interesse generale, nazionale ed internazionale che implica la standardizzazione della raccolta dei dati, l'automatizzazione dei sistemi osservativi, la trasmissione in tempo reale, la manutenzione periodica della strumentazione e sistemi di conservazione e diffusione dei dati.

4.5 Specificità e diversificazione dei bandi pubblici per nuove proposte di attività in Antartide

I bandi nazionali per la presentazione di proposte di ricerca hanno, di norma, cadenza biennale.

Per i progetti che prevedono attività presso la stazione Concordia la cadenza del bando è annuale e viene effettuato in maniera congiunta e con *format* concordato con l'Istituto polare francese.

Bandi *ad hoc* su specifiche tematiche scientifiche e/o tecnologiche o di opportunità per esempio per la partecipazione a progetti e bandi internazionali saranno pubblicati se e quando necessario su indicazione della CSNA.

I bandi per la istituzione di nuovi osservatori permanenti vengono pubblicati annualmente. Nell'ambito dello stesso bando dovranno essere prodotte le relazioni annuali delle attività svolte nell'ambito dell'osservatorio permanente già istituito.

4.6 Il processo meritocratico di valutazione e selezione delle attività di ricerca

La selezione delle attività di ricerca viene effettuata sulla base del merito scientifico e fattibilità. Le proposte vengono sottoposte ad un processo di *peer-review* da parte di *referee* esterni e ad una valutazione della fattibilità logistica.

La versione definitiva del progetto viene predisposta a seguito della negoziazione sui supporti infrastrutturali, logistici e finanziari che potranno essere messi a disposizione.

5. Infrastrutture di supporto

5.1 Infrastrutture di supporto in Antartide

Per l'esecuzione delle attività di ricerca saranno resi disponibili diversi supporti infrastrutturali e logistici sia in Antartide sia in Italia.

Le stazioni scientifiche

La **stazione Mario Zucchelli** a Baia Terra Nova nel Mare di Ross consente lo svolgimento di attività esclusivamente durante l'estate australe ed ha una recettività di circa 70 persone. Presso la stazione sono disponibili laboratori da ricerca, mezzi aerei, mezzi marini minori, infrastrutture mobili per traverse e attrezzature per campi remoti per attività distanti dalla base.

La **stazione franco-italiana Concordia** in località Dome C sul plateau polare consente lo svolgimento di attività durante l'estate australe limitate a circa 50 partecipanti sia attività tecnico-scientifiche durante il periodo invernale limitate a 16 partecipanti. Presso la stazione sono installati diversi osservatori permanenti e disponibili laboratori da ricerca e mezzi per spostamenti di superficie.

I mezzi di trasporto e di ricerca

Per il supporto alle basi antartiche sarà necessario provvedere al noleggio di **una nave cargo** con cadenza biennale. Qualora siano disponibili servizi tecnico-logistici e adeguati laboratori, tale nave potrà essere utilizzata per eventuali campagne di raccolta di dati nel Mare di Ross.

Per la realizzazione dei progetti di esplorazione geofisica e geologica marina, biologica e ecologica marina e oceanografica fisica e chimica si ricorrerà all'utilizzo di **navi da ricerca** dotate di idonee attrezzature per rilievi e di laboratori per trattamento di campioni e dati.

Per consentire l'apertura della stazione Mario Zucchelli e l'inizio delle attività scientifiche sin dal mese d'ottobre anche presso la stazione Concordia, si dovrà ricorrere al noleggio di un **aereo da trasporto intercontinentale**.

Per assicurare le connessioni tra le stazioni Mario Zucchelli e Concordia e per il supporto di attività di ricerca distanti dalla stazione Mario Zucchelli sarà necessario disporre di **mezzi aerei leggeri** (aerei attrezzati di sci ed elicotteri).

Per far fronte alle esigenze della ricerca per il prossimo futuro e alle direttive di diminuzione dello *human footprint*, che provengono dalle raccomandazioni del Trattato Antartico (ATCM), sarà necessario ridurre il fabbisogno energetico da fonti fossili delle spedizioni. Questo obiettivo potrà essere raggiunto attraverso la riduzione dei consumi dei mezzi di trasporto (mezzi terrestri, aerei e navali), l'aumento dell'efficienza energetica e l'integrazione del sistema di produzione dell'energia tradizionale delle stazioni con fonti rinnovabili. Lo sviluppo, la pianificazione e la condivisione a livello internazionale delle infrastrutture potrà contribuire in maniera sostanziale alla diminuzione dei consumi. Un ulteriore sforzo è richiesto per applicare le migliori tecnologie disponibili nel campo della gestione dei rifiuti e della depurazione delle acque.

Grandi Infrastrutture di Campagna (GIC)

Il sistema delle Grandi Infrastrutture di Campagna (GIC), costituito con la finalità di favorire l'utilizzo comune di infrastrutture installate sia presso le stazioni scientifiche sia su piattaforme mobili, dovrà essere verificato dal punto di vista dell'efficienza della strumentazione e adeguatamente potenziato.

Sarà effettuata una ricognizione e una verifica dello stato di efficienza delle infrastrutture di campagna, mirata a realizzare un graduale aggiornamento e un possibile potenziamento. Saranno stipulati accordi con i responsabili della manutenzione e gestione delle attrezzature per assicurarne la funzionalità e la fruibilità da parte della comunità scientifica.

5.2 Infrastrutture di supporto alla ricerca, banche dati e divulgazione

Il Museo Nazionale dell'Antartide Felice Ippolito

Il Museo Nazionale dell'Antartide (<http://www.mna.it/>) dovrà provvedere alla conservazione e catalogazione dei reperti raccolti durante le spedizioni ed al mantenimento delle relative banche dati e *Geographic Information System* (GIS) e dei centri di documentazione dove è raccolta la letteratura, la cartografia ed altro materiale documentario. Il Museo inoltre promuove la divulgazione della scienza antartica e dei risultati scientifici e concorre alle attività di *outreach* e divulgazione dei risultati del PNRA. Si dovrà stipulare un accordo fra Museo, ENEA e CNR teso far sì che i ricercatori partecipanti alle campagne forniscano la documentazione relativa alla consistenza e alla natura dei materiali raccolti, e che i reperti vengano consegnati al Museo prima possibile e comunque non oltre due anni dalla loro raccolta.

Il Sistema Interlaboratorio Antartico (SIA)

Il Sistema Interlaboratorio Antartico (SIA) costituisce una rete di laboratori, attrezzati con grandi strumentazioni, a disposizione della comunità nazionale. Si tratta di una piattaforma tecnologica finalizzata all'esecuzione di ricerche avanzate, caratterizzate dall'ottenimento di dati sperimentali altamente specifici ed affidabili.

Sarà effettuata una ricognizione e una verifica dello stato di efficienza della strumentazione mirato a realizzare un graduale aggiornamento e un possibile potenziamento. Saranno stipulati accordi con i responsabili della gestione dei nodi per assicurare la funzionalità dei laboratori e la fruibilità delle apparecchiature all'intera comunità scientifica polare.

Dati e campioni

La strategia deve tendere ad incoraggiare il rilascio dei dati e la consegna dei campioni e a favorire il loro utilizzo minimizzando quindi il ricorso a ulteriori misure e/o campionature in Antartide.

Per quanto riguarda i dati, si dovrà costituire un portale nazionale e una serie di data center tematici/disciplinari e sostenere, a seguito di puntuale verifica, il funzionamento dei sistemi per la raccolta e gestione dei metadati del PNRA.

Per quanto riguarda i campioni, il Museo Nazionale dell'Antartide coordina i *sample repository* delle tre sedi e delle connesse sedi tematiche (microbiologia Messina, glaciologia Milano, lichenologia Trieste, micologia Viterbo).

L'accesso ai metadati e ai dati degli osservatori permanenti è libero, mentre l'accesso ai dati e ai campioni avviene a seguito della valutazione positiva di una proposta di attività di ricerca/studio etc presentata alla CSNA.

I responsabili dei progetti di ricerca finanziati dal PNRA dovranno rendere disponibili i dati ai competenti data center e i campioni al Museo Nazionale dell'Antartide prima possibile e comunque entro due anni dalla conclusione del progetto. Le modalità del rilascio dei dati e dei materiali saranno opportunamente regolamentate e riportate nel modulo delle proposte di attività.

Education, outreach and communication

E' strategico per il rilancio del PNRA migliorare la divulgazione dei risultati ed incrementare la sua visibilità nazionale ed internazionale. Per quanto riguarda la comunicazione ed i rapporti con i media, specialmente se effettuata da parte di uffici stampa di università ed enti, si dovrà dare credito, in primis, al PNRA (che ha finanziato le ricerche e consentito le attività).

Fra le prime e più urgenti azioni si evidenzia la necessità di realizzare il portale PNRA, coordinato dal MIUR e con link agli appropriati siti del CNR, ENEA, CSNA ed MNA.

I progetti di ricerca di più grandi dimensioni sin dalla fase di proposta dovranno prevedere un'attività di *outreach*. Il MNA, in accordo con CSNA, CNR ed ENEA, provvederà a organizzare un sistema per la divulgazione dei risultati dei progetti di più piccola dimensione.

Si ritiene opportuno esplorare la possibilità di destinare risorse PNRA per l'istituzione di borse di dottorato.

6. Campagne di ricerca

Con la finalità di massimizzare l'utilizzo delle risorse in una cornice di finanziamenti limitati, la strategia per la conduzione delle attività di ricerca nelle regioni polari prevede:

- il presidio stagionale della stazione costiera M. Zucchelli e annuale della stazione Concordia a Dome C in Antartide;
- la modulazione delle attività di ricerca articolata su cicli biennali;
- lo sviluppo di accordi di collaborazione con paesi come Francia, USA, Nuova Zelanda, Corea, Germania, Spagna, Australia, Romania e Argentina per il reciproco supporto logistico e la condivisione e lo sviluppo delle risorse e delle infrastrutture polari;
- il sostegno dello sviluppo di collaborazioni scientifiche internazionali a "geometria variabile" che favoriscano la partecipazione di gruppi italiani a ricerche presso spedizioni e/o su piattaforme fisse e mobili di altri paesi;
- l'utilizzo di navi da ricerca per campagne marine di tipo fisico e chimico, biologico-ecologico e geologico-geofisico in diverse aree dell'Oceano Meridionale, nell'Oceano Artico e nell'Atlantico settentrionale, in contesti di collaborazioni internazionali che prevedano la condivisione dei costi.

Nell'allegato C è esemplificato lo schema delle attività prioritarie delle campagne a modulazione biennale.

7. Previsione del fabbisogno finanziario

Quella polare è *big science*. L'incidenza dei costi tecnico-logistici ed infrastrutturali può raggiungere e superare l'80% del costo del singolo esperimento. In ciò la ricerca polare, e quella antartica in particolare, trova significative analogie con quella spaziale.

Nella previsione del fabbisogno triennale per lo svolgimento delle attività delineate nei capitoli 4 e 5, e sintetizzate nel capitolo 6 e negli allegati B e C, si evidenzia che le più rilevanti voci di spesa riguardano l'operatività in Antartide (40,5 milioni di Euro), il finanziamento diretto della ricerca, il potenziamento delle infrastrutture di supporto (16,6 milioni di Euro) e le missioni del personale scientifico e tecnico in Antartide (12 milioni di Euro).

L'operatività in Antartide comprende le spese sia per il noleggio dei mezzi navali e aerei sia per la conduzione delle stazioni Mario Zucchelli e Concordia. Come più volte riportato nel testo, lo svolgimento di alcune attività è articolato su cicli biennali o triennali; p. es il noleggio della nave cargo per il rifornimento delle stazioni è previsto realizzarsi ogni due anni e quindi una sola volta nel triennio e cioè nel 2013, allorquando sarà possibile un suo utilizzo per una crociera scientifica nel Mare di Ross. Il noleggio di una nave per specifiche attività di ricerca è previsto nel 2014 subordinatamente alle effettive esigenze espresse della comunità scientifica. Il noleggio dei mezzi aerei per trasporti inter- ed intra-continentali saranno modulati in relazione al fabbisogno annuale e alla disponibilità o meno di mezzi navali. Nella previsione dei costi per la conduzione delle stazioni polari sono comprese anche risorse per avviare il programma pluriennale di adeguamento.

Il finanziamento delle attività di ricerca, riguarda sia i bandi pubblici mediante i quali verranno raccolte le proposte di ricerca della comunità nazionale e selezionati i progetti da implementare, sia il potenziamento delle infrastrutture di supporto alla ricerca in termini di attrezzature ed osservatori permanenti da installare in Antartide, l'acquisizione di apparecchiature scientifiche di interesse generale da installare in Italia, il supporto al Museo nazionale dell'Antartide e la costituzione e conduzione delle banche dati nazionali.

Le previsioni di spesa per le missioni del personale scientifico e tecnico in Antartide comprendono sia i viaggi sia le indennità connesse alla permanenza in Antartide e sono effettuate sulla ipotesi di spedizioni di "dimensioni" contenute e sulla base delle vigenti disposizioni sul trattamento di missione previste dal decreto ministeriale del 1988.

Le spese preventivate per gli organismi nazionali ed internazionali riguardano il funzionamento e i compensi per i componenti della CSNA, le quote associative annuali a SCAR ed EPB, le spese di missione delle delegazioni nazionali inviate ai meeting annuali del COMNAP e dell'ATCM e a quelle previste dalle attività dello SCAR.

Tabella – Previsione di fabbisogno finanziario per il triennio 2012-2014 (in migliaia di Euro – kE).

	2012	2013	2014	Totale
Finanziamento delle attività di ricerca in Italia su dati e campioni e strumentazione Bandi nazionali, Bandi congiunti con altri paesi, Bandi di opportunità	4.700	3.700	3.700	12.100
Infrastrutture di supporto alla ricerca GIC, SIA, MNA, osservatori permanenti, banche dati	2.000	1.500	1.000	4.500
Operatività e supporto alla ricerca in Antartide Mezzi aerei e navali, funzionamento stazioni scientifiche	11.000	15.500	14.000	40.500
Missioni del personale scientifico e tecnico in Antartide	4.000	4.000	4.000	12.000
Organismi nazionali ed internazionali CSNA, SCAR, EPB, COMNAP, ATCM	300	300	300	900
TOTALE COMPLESSIVO	22.000	25.000	23.000	70.000

Allegati

al

Programma Nazionale di Ricerche in Antartide

Triennio 2012-2014

Allegato A: Composizione della CSNA.....	33
Allegato B: Cronogramma schematico per la programmazione strategica del PNRA	35
Allegato C: Linee ed indirizzi per i PEA da attuare nel triennio 2012-2014	37
Allegato D: Glossario, acronimi e siti internet.....	41

Allegato A

Composizione della CSNA

La CSNA è stata costituita con Decreto MIUR Prot. 498 del 22 agosto 2011.

<i>Cognome</i>	<i>Nome</i>	<i>Ente di appartenenza</i>
Alleva	Enrico	Istituto Superiore di Sanità
Barbante	Carlo	Università degli Studi di Venezia
Bersanelli	Marco	Università degli Studi di Milano
Carta	Alessio	Stato Maggiore Difesa
Cavarretta	Giuseppe	Associato CNR
Cescon	Paolo	Università degli Studi di Venezia
Ciccioli	Paolo	CNR Roma, Istituto di Metodologie Chimiche
De Bernardis	Paolo	Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
De Santis	Laura	Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale OGS
Frezzotti	Massimo	ENEA Roma
Lucarelli	Paola	Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del Mare
Meloni	Antonio	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma
Onofri	Silvano	Università degli Studi della Tuscia
Pompilio	Massimo	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Pisa
Ricci	Carlo Alberto	Università degli Studi di Siena
Turroni	Sauro	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Allegato B

Cronogramma schematico per la programmazione strategica del PNRA

Il processo di selezione delle proposte di ricerca e della costruzione dei PEA prevede le seguenti azioni in ordine temporale:

Anno 2012

- 28 marzo: comunicazione del MIUR sul budget annuale e proiezione triennale
- 15 aprile: indirizzi e linee strategiche per il PEA 2012 (da CSNA a CNR e ENEA)
- aprile: avvio delle azione preparatorie per la predisposizione del PEA 2012 e della campagna 2012-13 (CNR e ENEA)
- 30 giugno: presentazione del PEA 2012 al Ministro (CNR)
- 30 giugno: presentazione al Ministro del PNRA per il triennio 2012-2014 (CSNA)
- 15 luglio: parere della CSNA sul PEA 2012
- 20 luglio: conclusione della redazione del Piano operativo della campagna 2012-13 (ENEA e CNR)
- 15 luglio: pubblicazione del bando congiunto franco-italiano per attività presso la stazione Concordia (MIUR e IPEV)
- 20 luglio: pubblicazione del bando per proposte di ricerca nazionali (MIUR)
- 7 settembre: chiusura bando Concordia ed avvio del processo di valutazione congiunta (IPEV e CSNA)
- 15 settembre: chiusura bando nazionale e avvio processo di valutazione del merito scientifico (CSNA)
- 17 ottobre: inizio della spedizione antartica 2012-13
- 5 novembre: conclusione della valutazione delle proposte Concordia e ranking congiunto (Consiglio scientifico IPEV e CSNA)
- 20 novembre: conclusione del processo di *peer-review* delle proposte e avvio della valutazione della fattibilità e della negoziazione (CSNA, CNR ed ENEA)
- 15 dicembre: conclusione del processo di valutazione della fattibilità, della definizione della congruità finanziaria, del supporto logistico e della negoziazione delle proposte di ricerca

Anno 2013

- 15 gennaio: presentazione dei progetti definitivi bando nazionale 2012
- 20 febbraio: conclusione della campagna estiva in Antartide ed inizio winter-over a Concordia
- febbraio: comunicazione del budget 2013 e proiezione triennale
- marzo: presentazione al Ministro del programma triennale aggiornato annualmente per il periodo 2013-2015
- marzo: indirizzi e linee strategiche della CSNA per il PEA 2013
- aprile: avvio delle azione preparatorie per la predisposizione del PEA 2013 e della campagna 2013-14 (CNR e ENEA)
- aprile: presentazione del PEA 2013 al Ministro (CNR)
- maggio: parere della CSNA sul PEA 2013
- giugno: conclusione della redazione del Piano operativo della campagna 2013-14 (ENEA e CNR)
- giugno: pubblicazione del bando congiunto franco-italiano 2013 per attività presso la stazione Concordia (MIUR e IPEV)
- giugno: pubblicazione del bando nazionale 2013 per proposte di ricerca (MIUR)
- inizio settembre: chiusura bando 2013 Concordia ed avvio del processo di valutazione congiunta (IPEV e CSNA)
- settembre: chiusura bando nazionale 2013 e avvio processo di valutazione del merito scientifico (CSNA)
- ottobre: inizio della spedizione antartica 2013-14
- inizio novembre: conclusione della valutazione delle proposte Concordia e *ranking* congiunto (Consiglio scientifico IPEV e CSNA)

- 20 novembre: conclusione del processo di *peer-review* delle proposte e avvio della valutazione della fattibilità e della negoziazione (CSNA, CNR ed ENEA)
- 15 dicembre: conclusione del processo di valutazione della fattibilità, della definizione della congruità finanziaria, del supporto logistico e della negoziazione delle proposte di ricerca

Anno 2014

- 15 gennaio: presentazione dei progetti definitivi bando nazionale 2013
- 20 febbraio: conclusione della campagna estiva in Antartide ed inizio winter-over a Concordia
- febbraio: comunicazione del budget 2014 e proiezione triennale
- marzo: presentazione al Ministro del programma triennale aggiornato annualmente per il periodo 2014-2016
- marzo: indirizzi e linee strategiche della CSNA per il PEA 2014
- aprile: avvio delle azione preparatorie per la predisposizione del PEA 2014 e della campagna 2014-15 (CNR e ENEA)
- aprile: presentazione del PEA 2014 al Ministro (CNR)
- maggio; parere della CSNA sul PEA 2014
- giugno: conclusione della redazione del Piano operativo della campagna 2014-15 (ENEA e CNR)
- giugno: pubblicazione del bando congiunto franco-italiano 2014 per attività presso la stazione Concordia (MIUR e IPEV)
- giugno: pubblicazione del bando nazionale 2014 per proposte di ricerca (MIUR)
- inizio settembre: chiusura bando 2014 Concordia ed avvio del processo di valutazione congiunta (IPEV e CSNA)
- settembre: chiusura bando nazionale 2014 e avvio processo di valutazione del merito scientifico (CSNA)
- ottobre: inizio della spedizione antartica 2014-15
- inizio novembre: conclusione della valutazione delle proposte Concordia e *ranking* congiunto (Consiglio scientifico IPEV e CSNA)
- 20 novembre: conclusione del processo di *peer-review* delle proposte e avvio della valutazione della fattibilità e della negoziazione (CSNA, CNR ed ENEA)
- 15 dicembre: conclusione del processo di valutazione della fattibilità, della definizione della congruità finanziaria, del supporto logistico e della negoziazione delle proposte di ricerca

Anno 2015

- 15 gennaio: presentazione dei progetti definitivi bando nazionale 2014
- 20 febbraio: conclusione della campagna estiva in Antartide ed inizio *winter-over* a Concordia

Allegato C

Linee ed indirizzi per i PEA

PEA 2012-2013

Perseguirà due obiettivi fondamentali.

1) Con le finalità di concludere le attività avviate con il bando 2009 sono da prevedere attività sia in Antartide, sia in aree artiche, sia in Italia, in particolare le azioni da perseguire sono:

- implementare, con una significativa partecipazione di ricercatori in campagna, i progetti di ricerca selezionati a seguito del bando 2009 e che non hanno potuto svolgere o completare la programmata attività di ricerca in Antartide ed in aree artiche;
- ottemperare a quanto previsto dai principali accordi internazionali ed in particolare mantenere l'impegno intergovernativo con la Francia per mantenere attiva durante tutto l'anno la stazione italo-francese Concordia per consentire attività di ricerca e/o di raccolta dati da osservatori permanenti;
- garantire l'acquisizione delle serie storiche di dati presso gli osservatori permanenti installati in Antartide, avviare il potenziamento degli osservatori permanenti specialmente presso la stazione Concordia;
- avviare, in un'ottica pluriennale, l'adeguamento della stazione di Mario Zucchelli;
- garantire la salvaguardia e la manutenzione del patrimonio infrastrutturale e strumentale del PNRA (GIC – avviare verifica della consistenza e dell'efficienza delle piattaforme, stipulare gli accordi con i responsabili delle piattaforme ed elaborare un primo programma di investimento);
- garantire il funzionamento in Italia delle infrastrutture di supporto alla ricerca (SIA – avviare verifica della consistenza e efficienza dei nodi, stipulare gli accordi con i responsabili dei nodi, elaborare un primo programma di investimento; MNA – regolamentare la consegna dei reperti sia quelli raccolti annualmente sia quelli disponibili a fine progetto);
- consentire il funzionamento degli organismi nazionali;
- consentire la partecipazione alle attività degli organismi internazionali.

2) Con le finalità di avviare il programma triennale 2012-2014 nel PEA 2012 si dovranno prevedere:

- l'emanazione di uno o più bandi pubblici per la raccolta di proposte di attività di ricerca secondo gli indirizzi forniti dalla Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide e con particolare riguardo all'internazionalizzazione e al coinvolgimento del sistema imprenditoriale;
- l'emanazione di un bando congiunto (PNRA e Istituto Polare Francese IPEV) per la raccolta di proposte di ricerca e per il potenziamento e la conduzione degli osservatori permanenti in coerenza con l'accordo intergovernativo Francia-Italia e l'accordo operativo con l'IPEV.

PEA 2013-2014

Perseguirà due obiettivi fondamentali.

1) Con la finalità di dare attuazione alla prima campagna di ricerca in Antartide del PNRA 2012-2014 sono da prevedere attività sia in Antartide, sia in aree artiche, sia in Italia, in particolare le azioni da perseguire sono:

- implementare, con una significativa partecipazione di ricercatori in campagna, i progetti di ricerca selezionati a seguito del bando 2012;
- prevedere un adeguato finanziamento per la condivisione di infrastrutture di altri paesi;
- ottemperare a quanto previsto dai principali accordi internazionali ed in particolare mantenere l'impegno intergovernativo con la Francia per mantenere attiva durante tutto l'anno la stazione italo-francese Concordia per consentire attività di ricerca e/o di raccolta dati da osservatori permanenti;
- avviare le procedure per la stipula di un accordo operativo con la Corea, come previsto dall'accordo quadro sottoscritto;

- garantire l'acquisizione delle serie storiche di dati presso gli osservatori permanenti installati in Antartide, avviare il potenziamento degli osservatori permanenti specialmente presso la stazione Concordia;
- provvedere al rifornimento biennale di combustibili della stazione Mario Zucchelli;
- proseguire l'adeguamento e la manutenzione della stazione Mario Zucchelli;
- garantire la salvaguardia e la manutenzione del patrimonio infrastrutturale e strumentale del PNRA (GIC) e provvedere ad eventuali nuove acquisizioni;
- garantire il funzionamento in Italia delle infrastrutture di supporto alla ricerca provvedere ad eventuali nuove acquisizioni (SIA)
- garantire la consegna dei reperti - sia di quelli raccolti in campagna, sia di quelli disponibili a conclusione dei progetti di ricerca - al Museo Nazionale dell'Antartide per la catalogazione e conservazione;
- consentire il funzionamento degli organismi nazionali;
- consentire la partecipazione alle attività degli organismi internazionali.

2) Con le finalità di selezionare nuovi progetti di ricerca e/o di attività osservative si dovranno prevedere:

- l'emanazione di uno o più bandi nazionali per la raccolta di proposte di attività di ricerca secondo gli indirizzi forniti dalla Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide e con particolare riguardo all'internazionalizzazione e al coinvolgimento del sistema imprenditoriale;
- l'emanazione di un bando congiunto (PNRA e Istituto Polare Francese IPEV) per la raccolta di proposte di ricerca e per il potenziamento e la conduzione degli osservatori permanenti in coerenza con l'accordo intergovernativo Francia-Italia e l'accordo operativo con l'IPEV.

PEA 2014-2015

Perseguirà due obiettivi fondamentali.

1) Con la finalità di dare attuazione alla prima campagna di ricerca in Antartide del PNRA 2012-2014 sono da prevedere attività sia in Antartide, sia in aree artiche, sia in Italia, in particolare le azioni da perseguire sono:

- implementare, con una significativa partecipazione di ricercatori in campagna, i progetti di ricerca selezionati a seguito del bando 2012 e 2013;
- ottemperare a quanto previsto dai principali accordi internazionali ed in particolare mantenere l'impegno intergovernativo con la Francia per mantenere attiva durante tutto l'anno la stazione italo-francese Concordia per consentire attività di ricerca e/o di raccolta dati da osservatori permanenti;
- garantire l'acquisizione delle serie storiche di dati presso gli osservatori permanenti installati in Antartide, avviare il potenziamento degli osservatori permanenti specialmente presso la stazione Concordia;
- provvedere all'eventuale noleggio di una nave da ricerca e/o all'utilizzo congiunto con compartecipazione dei costi di navi di altri paesi;
- proseguire l'adeguamento e la manutenzione della stazione Mario Zucchelli;
- garantire la salvaguardia e la manutenzione del patrimonio infrastrutturale e strumentale del PNRA (GIC) e provvedere ad eventuali nuove acquisizioni;
- garantire il funzionamento in Italia delle infrastrutture di supporto alla ricerca provvedere ad eventuali nuove acquisizioni (SIA)
- garantire la consegna dei reperti - sia di quelli raccolti in campagna, sia di quelli disponibili a conclusione dei progetti di ricerca - al Museo Nazionale dell'Antartide per la catalogazione e conservazione;
- consentire il funzionamento degli organismi nazionali;
- consentire la partecipazione alle attività degli organismi internazionali.

- 2) Con le finalità di selezionare nuovi progetti di ricerca e/o di attività osservative si dovranno prevedere:
- l’emanazione di uno o più bandi nazionali per la raccolta di proposte di attività di ricerca secondo gli indirizzi forniti dalla Commissione Scientifica Nazionale per l’Antartide e con particolare riguardo all’internazionalizzazione e al coinvolgimento del sistema imprenditoriale;
 - l’emanazione di un bando congiunto (PNRA e Istituto Polare Francese IPEV) per la raccolta di proposte di ricerca e per il potenziamento e la conduzione degli osservatori permanenti in coerenza con l’accordo intergovernativo Francia-Italia e l’accordo operativo con l’IPEV.

Allegato D

Glossario, acronimi e siti internet

- AAA:** *Antarctic Astronomy and Astrophysics*, iniziativa promossa dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* per coordinare le attività astronomiche in Antartide (www.phys.unsw.edu.au/JACARA/AAA_SRP_webpage/index.html).
- ACE:** *Antarctic Climate Evolution*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* (www.csam.montclair.edu/earth/eesweb/scar_ace/).
- ALMA:** *Atacama Large Millimeter / submillimeter Array* (<http://www.almaobservatory.org/>) Interferometro millimetrico e submillimetrico internazionale nel deserto di Atacama (Cile).
- ANDRILL:** *Antarctic geological Drilling*, è una collaborazione multinazionale che comprende oltre 200 ricercatori di cinque nazioni (Germany, Italy, New Zealand, the United Kingdom and the United States) con la finalità di raccogliere il record stratigrafico dalle sequenze sedimentarie dei margini dell'Antartide. Sinora ha realizzato due perforazioni nel Mare di Ross (www.andrill.org).
- Antarctic SDLS:** *Antarctic Seismic Data Library System*, iniziativa promossa dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* per garantire accesso a tutti i dati di sismica multi-canale raccolti a sud di 60° S (slds.ogs.trieste.it/).
- AGCS:** *Antarctica and the Global Climatic System*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* (www.antarctica.ac.uk/met/SCAR_ssg_ps/AGCS.htm).
- AntEco:** *State of the Antarctic Ecosystem*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo SCAR (www.scar.org/researchgroups/progplanning/ - AntEco).
- AnT-ERA:** *Antarctic Thresholds - Ecosystem Resilience and Adaptation* programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo SCAR (www.scar.org/researchgroups/progplanning/ - AnT-ERA).
- AntClim21:** *Antarctic Climate Change in the 21st Century* programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo SCAR che sostituisce il programma analogo PACE (www.scar.org/researchgroups/progplanning/ - AntClim21).
- APE:** *Airborne Polar Experiment* è un programma internazionale (Italia, Russia, svizzera, Germania, Finlandia, Svezia e Regno Unito) attivo dal 1993 al 2000, promosso dall'*European Science Foundation* e finanziato dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Spaziale Italiana per lo studio della climatologia dell'ozono stratosferico in Antartide (ape.ifac.cnr.it/).
- EG-ATHENA:** *SCAR Expert Group (2010-2012) on Advancing TechNological and ENvironmental stewardship for subglacial exploration in Antarctica*.
- Base Artica Dirigibile Italia:** La base artica Dirigibile Italia è una stazione di ricerca multidisciplinare situata a Ny-Ålesund (78°55' N, 11°56' E), nell'arcipelago norvegese di Spitzbergen (nelle Isole Svalbard). La base è gestita dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e le attività di ricerca sono coordinate da Polarnet. La base è stata inaugurata nel 1997 e da allora gestisce e supporta numerosi progetti di ricerca nazionali e internazionali (www.polarnet.cnr.it/index.php?option=com_content&task=view&id=162&Itemid=58).
- BOOMERanG:** *Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics* (<http://oberon.roma1.infn.it/boomerang>) esperimento che ha misurato nel 1998 e nel 2003 l'anisotropia e la polarizzazione del CMB tramite voli stratosferici circumantartici.
- BRAIN:** *Background RAdiation INterferometer*, esperimento installato presso la base di Concordia. Ha realizzato le misure preliminari all'esperimento QUBIC.
- Cape Roberts Project:** progetto internazionale attivo fra il 1994 ed il 2000 basato su un accordo fra USA, Nuova Zelanda, Italia, Germania, Australia e Regno Unito per la realizzazione di perforazioni di sequenze sedimentarie per ricostruzioni paleoclimatiche *off-shore* di Cape Roberts, lungo la costa della Terra Victoria meridionale (www.victoria.ac.nz/geo/croberts/).

- CCAT:** *Cornell Caltech Atacama Telescope* (<http://www.ccatobservatory.org>) Grande telescopio millimetrico e submillimetrico da installare sul Cerro Chajnantor (5600 m slm) nel deserto di Atacama (Cile).
- CMB:** *Cosmic Microwave Background*, fondo cosmico di microonde, prodotto nelle prime fasi dell'evoluzione dell'universo.
- CNR:** Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- COCHISE:** *Cosmological Observations at Concordia with High-sensitivity Instrument for Source Extraction*, Osservatorio millimetrico da 2.6 m di diametro installato presso la base Concordia.
- Concordia Project:** Progetto franco-italiano per la conduzione di ricerche multi-disciplinari sul plateau polare a Dome C in Antartide che include la gestione della omonima stazione scientifica. Iniziato con un accordo siglato nel 1993 è adesso parte di un accordo intergovernativo fra Francia e Italia sottoscritto nel 2005.
- CSNA:** Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide, costituita presso il MIUR ai sensi del DM 30/09/2010 (www.csna.it).
- Dome C:** località sul plateau polare antartico a oltre 3000 metri di quota dove Francia e Italia conducono congiuntamente il progetto e la stazione Concordia.
- EBA:** *Evolution and biodiversity in the Antarctic*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo SCAR (www.eba.aq/).
- EG-BHU:** *SCAR Expert Group on Human Biology and Medicine* (<http://www.medicalantarctica.org/>).
- EG-PPE:** *SCAR Expert Group on Permafrost and Periglacial Environments*.
- ENEA:** Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
- EPB:** *European Polar Board*, comitato di esperti dell'*European Science Foundation* (www.esf.org/research-areas/european-polar-board-epb.html). Dell'EPB fanno parte le agenzie e gli operatori polari di 22 paesi.
- EPC:** *European Polar Consortium* è un consorzio di 25 organizzazioni di 19 paesi europei (per l'Italia il MIUR) per il coordinamento delle attività di ricerca polare, finanziato dalla Commissione europea nell'ambito della famiglia dei progetti ERA-NET.
- EPICA:** *European Project for Ice-Coring in Antarctica*, iniziativa promossa da ESF e co-finanziata dalla Commissione Europea e condotta da gruppi di ricerca di 10 paesi europei per la realizzazione di due perforazioni profonde della calotta glaciale est-antartica per ricostruzioni paleoclimatiche. Una è stata realizzata a Dome C e l'altra nella Dronning Maud Land. EPICA ha ricevuto il premio Cartesio 2008 per l'eccellenza della ricerca europea. (www.esf.org/index.php?id=855).
- ERICON AB:** *European Research Infrastructure Consortium Aurora Borealis* è un consorzio europeo a cui partecipano 15 organizzazioni di 10 paesi europei (per l'Italia il PNRA e il CNR), finanziato dalla Commissione europea nell'ambito della iniziativa ESFRI, per lo studio di fattibilità propedeutico alla costruzione della nave da ricerca rompighiaccio Aurora Borealis (www.eri-aurora-borealis.eu/).
- IASC:** *International Arctic Science Committee*, comitato dell'ICSU per il coordinamento delle ricerche in Artide (www.arcticportal.org/iasc/).
- ICSU:** *International Council for Science*: organizzazione non-governativa fondata nel 1931 per promuovere attività scientifica internazionale a beneficio dell'umanità. Fra le maggiori iniziative promosse dall'ICSU sono da ricordare: l'*International Geophysical Year* (1957-1958), l'*international Geosphere-Biosphere Programme* (IGBP) e recentemente, in concorso con il WMO, l'*International Polar Year* 2007-2008.
- ICESTAR:** *Interhemispheric Conjugacy in Solar-Terrestrial and Aeronomy Research*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* (scar-icestar.org/).
- INGV:** Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- IODP:** *International Ocean Discovery Program*.

- IPI:** *International Polar Initiative*, promossa da WMO e ICSU per sviluppare una strategia di intervento nelle regioni polari nei prossimi venti anni.
- IPICS:** *International Partnership in ice coring science*, organismo internazionale della comunità delle perforazioni in ghiaccio promosso da IGP-PAGES (past Global Change), SCAR e IASC (www.pages-igbp.org/ipics).
- IPY:** *International Polar Year*, iniziativa promossa da ICSU e WMO per la conduzione di progetti di ricerca internazionali nelle regioni polari nel periodo marzo 2007 – febbraio 2009 (www.ipy.org, www.annopolare.it).
- IRAIT:** *International Robotic Antarctic Infrared Telescope*, telescopio infrarosso installato a presso la base Concordia (http://astro.fisica.unipg.it/dome_c_news.htm).
- MNA:** Museo Nazionale dell'Antartide *Felice Ippolito* costituito con DM 2 maggio 1996 in attuazione della legge n. 380 1991 (www.mna.it).
- NEEM:** *North Greenland Eemian Ice Drilling* è un progetto internazionale di ricerca su carote di ghiaccio perforate in Groenlandia nord-occidentale.
- OGS:** Istituto Nazionale per l'Oceanografia e la Geofisica Sperimentale.
- Orizzonte 2020:** Programma quadro di ricerca e innovazione, promosso dalla Commissione Europea per il periodo 2014-2020 (<http://ec.europa.eu/research/horizon2020>).
- PAIS:** *Past Antarctic Ice Sheet Dynamics* programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* mirato alla comprensione della dinamica delle calotte glaciali nei periodi di riscaldamento globale avvenuti nel passato ([www.scar.org/researchgroups/progplanning/- AntClim21](http://www.scar.org/researchgroups/progplanning/-AntClim21)).
- PNR:** Programma di ricerca nazionale; è lo strumento mediante il quale il Governo italiano fissa le strategie e le priorità pluriennali della ricerca nazionale. L'ultimo PNR si riferisce al triennio 2011-2013.
- PNRA:** Programma Nazionale di Ricerche in Antartide istituito con legge 284/1985; promosso e controllato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.
- Polar Climate Project:** iniziativa promossa dall'*European Polar Consortium* per lo sviluppo di progetti fra almeno tre partner europei per la conduzione di ricerche climatiche nelle regioni polari, finanziati da agenzie nazionali (per l'Italia il PNRA) (www.esf.org/research-areas/european-polar-board-epb/polarclimate.html).
- QUBIC:** *Q & U Bolometric Interferometer for Cosmology*, Interferometro bolometrico internazionale per misure di polarizzazione CMB dalla base Concordia (<http://www.qubic-experiment.org/>).
- RF:** *Radio Frequenza*.
- ROV:** *Remotely Operated Underwater Vehicle*, veicolo sottomarino a controllo remoto; trasportato nel punto di interesse e guidato via cavo da un'imbarcazione, è dotato di telecamere e sensori per l'osservazione dell'ambiente marino e la misura di molteplici parametri; lo stesso cavo è usato per la trasmissione dei dati.
- SALE:** *Subglacial Antarctic Lake Environments*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* (scarsale.tamu.edu/).
- SCAR:** *Scientific Committee on Antarctic Research*, comitato dell'ICSU per il coordinamento delle ricerche in Antartide (<http://www.scar.org>).
- SERCE:** *Solid Earth Response and Cryosphere Evolution*, programma internazionale e multidisciplinare, promosso dallo *Scientific Committee on Antarctic Research* e mirato a comprendere le relazioni tra tettonica e criosfera ([www.scar.org/researchgroups/progplanning/- SERCE](http://www.scar.org/researchgroups/progplanning/-SERCE)).
- Stazione Mario Zucchelli:** La Stazione Mario Zucchelli (SMZ) è stata costruita a partire dal 1986, sulla costa di Baia Terra Nova (74°42' Sud e 164°07' Est), e poggia su una scogliera di roccia granitica di una piccola penisola della Terra Vittoria settentrionale, tra le lingue dei ghiacciai Campbell e Drygalski.

- Stazione Concordia:** costruita e gestita pariteticamente da Francia e Italia nell'ambito di un accordo di cooperazione per la costruzione siglato nel 1993. Nel 2005 si è realizzata la prima stagione invernale iniziata l'8 febbraio e conclusasi l'8 novembre dello stesso anno. Si trova sul plateau antartico nel sito denominato Dome C (75°06' Sud e 123°21' Est) ad un'altezza di circa 3.233 m ed a circa 1.200 km dalla Stazione Mario Zucchelli a Baia Terra Nova e a 1.100 km dalla stazione francese di Dumont d'Urville (www.concordiabase.eu).
- Super-DARN:** *Super Dual Auroral Radar Network*, radar da installare presso la base di Concordia, parte di un network internazionale di radar per lo studio dell'alta atmosfera e della climatologia spaziale (<http://superdarn.jhuapl.edu/>).
- SZ:** *Sunyaev-Zeldovich* effetto Compton inverso a causa del quale i fotoni CMB acquistano energia dagli elettroni liberi presenti negli ammassi di galassie. Prende il nome dai due astrofisici russi Rashid Sunyaev e Yachob Zeldovich che lo hanno previsto teoricamente.
- TALDICE:** *Talos Dome Ice Core Project*, iniziativa multinazionale europea (Francia, Regno Unito, Germania, Svizzera) a leadership italiana per la realizzazione di una perforazione profonda della calotta glaciale nell'area di Talos Dome nella Terra Vittoria settentrionale per ricostruzioni paleo-climatiche (www.taldice.org).
- Trattato sull'Antartide:** firmato a Washington il 1 Dicembre 1959 da 12 stati e entrato in vigore il 23 Giugno 1961. La finalità principale del Trattato è di assicurare "*in the interests of all mankind that Antarctica shall continue forever to be used exclusively for peaceful purposes and shall not become the scene or object of international discord.*" L'Italia partecipa alle riunioni dell'*Antarctic Treaty Consultative Meetings* attraverso il Ministero degli Affari Esteri.
- UAV:** *Unmanned Aerial Vehicle*, aeromobile a pilotaggio remoto; viene usato per riprese fotografiche da bassa quota e per la misura di parametri ambientali, oltreché per videosorveglianza.
- USV:** *Unmanned surface vehicle*, natante a controllo remoto; radiocomandato dalla costa o da un'imbarcazione di servizio e dotato di molteplici sensori, è usato per osservazioni dell'ambiente in aree costiere o lagunari.
- WMAP:** *Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*, esperimento da satellite lanciato dalla NASA nel 2001, che ha misurato anisotropia e polarizzazione CMB in tutto il cielo (<http://map.gsfc.nasa.gov/>).
- WMO:** *World Meteorological Organization*, agenzia delle Nazioni Unite per il monitoraggio (voice) dello stato ed il comportamento dell'atmosfera terrestre, le sue interazioni con gli oceani, il clima che produce e la conseguente distribuzione delle risorse idriche (www.wmo.ch).