

WORKSHOP W4
"DYNAMIC EARTH-PROBING BENEATH THE ANTARCTIC ICE"
POSITION PAPER

Circa 35 ricercatori appartenenti a diverse università e istituti di ricerca italiani si sono riuniti a Roma il 21 ottobre 2015 nell'ambito della Conferenza Nazionale per l'Antartide, per discutere potenzialità, prospettive e criticità della ricerca relative al tema del workshop. La discussione è stata introdotta e guidata da brevi presentazioni orali (Baroni, Crispini, Danesi, Coltorti, Florindo, Giordano, Mancini, Morelli, Rossetti, Salvini, Zattin) raccolte intorno a tre tematiche principali, articolate in sottotemi, scelte sulla base degli input inviati ai convener dalla comunità scientifica (45 schede di iscrizione ricevute) e relazionate alle domande finali della lista "SCAR Antarctic & Southern Ocean Science Horizon Scan (2014)". Questo testo riassume i risultati della discussione e illustra sinteticamente: le tematiche scientifiche e i sottotemi di maggiore interesse per la comunità scientifica; le metodologie, infrastrutture, strumentazioni necessarie per perseguire nuovi risultati; le aree geografiche strategiche e gli ambiti di collaborazione internazionale.

LE TEMATICHE SCIENTIFICHE D'INTERESSE

I - STRUTTURA E DINAMICA DELLA LITOSFERA

Ia - Evoluzione Geodinamica del Continente Antartico

I processi di assemblaggio e frammentazione dei supercontinenti e il dinamismo orizzontale delle placche litosferiche sono i principali motori dei cambiamenti ambientali/climatici a scala continentale, indipendentemente dai cambiamenti climatici a scala planetaria.

Gli studi geologici compiuti fino ad oggi hanno portato alla consapevolezza della fondamentale importanza della ereditarietà geologica delle strutture e discontinuità tettoniche a scala litosferica. Queste strutture, formatesi nel Proterozoico e nel Paleozoico, hanno influenzato la geometria della separazione dall'Antartide dagli altri continenti, la circolazione di fluidi e le relative mineralizzazioni, la strutturazione del West Antarctic rift Cenozoico, nonché le attuali strutture topografiche subglaciali, con ripercussioni sull'evoluzione della calotta. Va inoltre evidenziato che, allo stato attuale, sia le caratteristiche geologiche di zone/affioramenti chiave, sia la natura del bedrock subglaciale dell'Antartide sono ancora largamente sconosciute. D'altra parte, la conoscenza diretta della natura del bedrock subglaciale rappresenta la base fondamentale per l'interpretazione dei dati geofisici, quali il rilievo aeromagnetico e il completamento della carta delle anomalie magnetiche (SCAR-ADMAP), che sono i metodi principali per la raccolta di dati estensivi a scala continentale sulla natura del continente I di sotto del ghiaccio.

Ib - Struttura della Litosfera

Una delle problematiche di interesse internazionale e ancora ampiamente discussa riguarda la struttura fisica della litosfera e del mantello sublitosferico, nonché la genesi del West Antarctic rift. In questo contesto, è ancora vivace il dibattito sulla presenza o meno di una mantle plume attiva nella genesi del West Antarctic rift. Per la comprensione della struttura fisica e termica della litosfera è fondamentale lo studio della sismicità all'interno della placca Antartica, ad oggi ancora largamente sconosciuta. Per comprendere la struttura del mantello, importanti informazioni dirette possono derivare dallo studio degli xenoliti di mantello trasportati in superficie dalle lave Cenozoiche. Questa ricerca permette una verifica diretta della distribuzione spaziale e delle variazioni temporali della composizione e delle proprietà chimico-fisiche del mantello, necessaria per supportare i dati derivati da metodi indiretti come le modellizzazioni geofisiche e geodinamiche.

Ic - Dinamismo di Litosfera e Calotte Glaciali

Lo studio della tettonica intrapacca, non paradigmatica nella tettonica delle placche, è un tassello fondamentale per riconciliare il circuito globale delle placche litosferiche in relazione ai modelli di flusso globale del mantello. L'evoluzione geodinamica del West Antarctic rift è correlabile con la tettonica intrapacca tra i suoi due margini passivi (Rosse Sea e Southern Ocean) e risulta quindi un'area cruciale per questo tema di ricerca. La dinamica litosferica cenozoica ha influenza diretta sui regimi deformativi, sull'attività magmatica, la storia di erosione/sollevarimento (paleotopografia) e le fluttuazioni climatiche.

L'evoluzione geodinamica del West Antarctic rift, lo sviluppo del rilievo paleotopografico e la dinamica glaciale sono e sono stati strettamente interconnessi. La comprensione dell'influenza della paleotopografia sulla nucleazione delle calotte glaciali e dei meccanismi Quaternari di Glacial Isostatic Adjustment richiedono una comprensione dell'origine della parte non compensata del rilievo topografico delle Montagne Transantartiche e dell'Antartide orientale in generale.

Domande SCAR Horizon Scan connesse a questa tematica: 35, 37, 40, 46.

2 - PROCESSI ENDOGENI-ESOGENI VS AMBIENTE

2a - Dispersione dei Sedimenti in relazione a Tettonica-Paleoclima

La comprensione delle modalità di interazione criosfera-terra solida è fondamentale per modellizzare il bilancio di massa dei ghiacciai, la dinamica/stabilità delle calotte e la risposta della terra solida ai cambiamenti di massa. Va inoltre evidenziato come la presenza di acqua, laghi subglaciali e sedimenti saturi in acqua possa influenzare drammaticamente la stabilità della calotta, da cui consegue l'importanza di verificare la loro esistenza e ubicazione. Un altro fattore fondamentale che influenza la dinamica degli ice sheet è rappresentato dal magmatismo attivo e relativo flusso di calore sub-glaciale.

Le variazioni temporali dei contributi di WAIS (West Antarctic Ice Sheet) e EAIS (East Antarctic Ice Sheet) al grounded Ross Ice Sheet rappresentano una questione chiave nella ricostruzione della dinamica glaciale nel recente periodo glaciale e possono essere ricostruite studiando sedimenti glaciali di diversa età. La ricostruzione della dinamica glaciale più antica si può basare invece sullo studio combinato di esumazione e sedimentazione in bacini alimentati da sedimenti cronologicamente vincolabili.

2b - Feedback Vulcanismo-Criosfera-Ambiente

I vulcani caratterizzano geologicamente e morfologicamente la Victoria Land. Il vulcanismo attivo in ambiente glaciale è una rarità a livello planetario, per cui l'Antartide è un luogo privilegiato per una molteplicità di studi sull'interazione tra vulcanismo e criosfera. La pericolosità dei vulcani attivi consiste in (i) esplosività di alcune eruzioni, con colonne eruttive sufficientemente alte da penetrare la tropopausa, che in Antartide si trova a quote molto ridotte, e (ii) eruzioni subglaciali che, associate a una locale anomalia di flusso di calore, possono avere effetti destabilizzanti, almeno localmente, sulla copertura glaciale.

Per contro, gli edifici vulcanici possono rappresentare dei rilievi morfologici in grado di esercitare effetti stabilizzanti su calotte e piattaforme glaciali (v. Daley Islands-Ross Ice Shelf). I prodotti delle eruzioni subglaciali hanno dimostrato di costituire un ottimo strumento per le ricostruzioni paleoambientali. I livelli di cenere vulcanica rappresentano un eccezionale orizzonte guida isocrono negli studi delle carote di ghiaccio e di sedimenti marini e costituiscono un dato fondamentale per la ricostruzione della circolazione atmosferica al momento dell'eruzione. I processi di glacial loading/unloading mostrano una correlazione cronologica con le eruzioni vulcaniche e con la formazione di caldere ancora da chiarire. Il rapido alleggerimento di carico dovuto alla fusione del ghiaccio può innescare eruzioni da camere magmatiche cristalline, e ripetuti cicli di carico e scarico possono generare riscaldamento criogenico nel mantello aumentando la produttività di magmi. A sua volta, un'aumentata attività vulcanica immette in atmosfera una maggior quantità di gas serra come l'anidride carbonica, attivando un ciclo di feedback.

Domande SCAR Horizon Scan strettamente connesse a questa tematica: 36, 37, 38, 40, 41, 42, 46.

2c - Il Permafrost nel Cambiamento Climatico presente e passato

Lo studio del permafrost consente di quantificare il potenziale contributo all'emissione di "greenhouse gas (GHG)" del permafrost antartico, sia nell'Antartide marittima dove si registra uno dei tassi di riscaldamento atmosferico più alti del pianeta, sia nella Terra Vittoria dove, nonostante una sostanziale stabilità climatica, lo strato attivo si sta approfondendo ad una velocità paragonabile a quanto succede in Artico. Lo studio del permafrost risulta anche rilevante per la corretta comprensione dell'evoluzione della velocità dei processi geomorfologici legati alla dinamica del permafrost (thermokarst; gelifusione, debris flow), anche per l'evidente analogia con la dinamica evolutiva di Marte.

Domande SCAR Horizon Scan connesse a questa tematica: 10, 39, 42.

3 - CARTOGRAFIA PER IL FUTURO DELL'ANTARTIDE

La Cartografia è la base di partenza per la caratterizzazione di un territorio e per il reperimento delle georisorse, per la ricostruzione dell'evoluzione ambientale e per la modellazione delle coperture glaciali, per l'esplorazione e lo studio dei geo-indicatori dei cambiamenti climatici, biologici e degli studi ecologici. La grande quantità di dati cartografici e analitici prodotta fino ad oggi in Antartide, e che sarà prodotta in

futuro, costituisce un patrimonio scientifico di non semplice accesso nella sua globalità e interconnessione. In Antartide ancora manca un dataset geologico a scala del continente. A livello SCAR, questa problematica è riconosciuta e seguita dall'Action Group "GeoMAP", che prevedono il coinvolgimento di strutture didattiche universitarie, anche nell'ambito di programmi mobilità per attività didattica a livello internazionale (tirocini, tesi e traineeship post laurea). La creazione di un approccio top-down è attrattivo perchè risponde ad esigenze multidisciplinari e in prima istanza fornirebbe un dataset della geosfera per scienziati di altre discipline, oltre a costruire la base per futuri approfondimenti tematici. Le azioni a livello cartografico infatti non potranno prescindere da nuovi avanzamenti, volti sia alla copertura di mancanze che ancora esistono nella conoscenza generale del territorio antartico, sia alla realizzazione di carte di maggior dettaglio in punti focali in sinergia con le tematiche sopra enunciate, e.g. la geometria della separazione dell'Antartide dagli altri frammenti del supercontinente di Gondwana, la circolazione dei fluidi e le interconnesse mineralizzazioni, la strutturazione del rift Cenozoico, la topografia subglaciale e i pattern di drenaggio delle acque subglaciali.

Domande SCAR Horizon Scan connesse a questa tematica: 25, 29, 32, 38, 39, 40; domande secondarie: 3, 5, 8, 21, 26, 43, 45, 74, 75, 79.

METODOLOGIE, INFRASTRUTTURE, STRUMENTAZIONI E TECNOLOGIE NECESSARIE PER PERSEGUIRE NUOVI RISULTATI

Un'esigenza particolarmente sentita dai ricercatori è quella di un sempre maggiore legame e **integrazione** tra metodologie geologiche e geofisiche (SCAR-CGG), che operativamente potrebbe essere attivata dalla sinergia tra progetti o dalla diretta integrazione di dati e metodi in singoli progetti, peraltro già messi in atto in diversi progetti e concretizzata in numerose pubblicazioni scientifiche.

Le Grandi Infrastrutture di campagna (GIC) e il Sistema interlaboratorio antartico (SIA) sono state due rimarchevoli e lungimiranti iniziative del PNRA che, dalla metà degli anni 1990, hanno dato significativo impulso alla ricerca Antartica. A distanza di vent'anni, queste strumentazioni mostrano una chiara necessità di adeguamento o, più comunemente, di rinnovamento a causa dell'obsolescenza dovuta alla combinazione dei fattori età e avanzamento tecnologico. Questa esigenza è già riconosciuta e analizzata anche dalle due commissioni miste CSNA-CNR-ENEA costituite ad hoc. A titolo di esempio, l'utilizzo di droni permetterebbe la raccolta di osservazioni intermedie tra osservazioni di terreno e da satellite. Inoltre, strumentazioni allo stato dell'arte costituirebbero una forte attrattiva per ricercatori stranieri, stimolando quindi collaborazioni internazionali a guida PNRA.

Sarebbero inoltre auspicabili studi di fattibilità e sviluppo di tecnologie e metodi speditivi per il campionamento tramite carotaggi del substrato subglaciale (v. progetto RAID: <http://www.icedrill.org/equipment/raid.shtml> o <http://www.icedrill.org/equipment/agile-sub-ice-geological-drill.shtml>).

Va ricordata infine l'importanza della disponibilità di navi oceanografiche, fondamentali per l'acquisizione di dati off-shore (e.g. dati oceanografici, sismica multicanale, batimetria, magnetometria) e in grado di effettuare dragaggi e carotaggi.

Di seguito vengono riportate le azioni/metodologie individuate come più rilevanti al fine di conseguire nuovi risultati nelle diverse tematiche sopra citate.

I - STRUTTURA E DINAMICA DELLA LITOSFERA

Ia - Evoluzione geodinamica del continente antartico

Per lo studio dei processi di assemblaggio e frammentazione dei **supercontinenti** sono necessari: (1) la comprensione delle relazioni cronologiche tra posizionamento polare del continente Antartico e la progressiva apertura di gateways intorno agli oceani meridionali che hanno portato all'instaurarsi della corrente circumantartica e della glaciazione continentale antartica; (2) lo studio e la caratterizzazione delle zone di debolezza crostale che hanno rappresentato e rappresentano le zone chiavi per la dinamica delle placche litosferiche.

Per **ereditarietà** delle strutture e discontinuità tettoniche a scala litosferica, sono necessari: (1) la definizione geodinamica-cronologica della sistemica ereditarietà delle strutture di discontinuità translitosferica, (2) lo studio della connessione tra Antartide e Australia tramite la fascia di trasformi del Southern Ocean 140-160°E, e

(3) la ricerca di faglie con attività Cenozoiche anche nell'interno dell'East Antarctic Craton, utilizzando metodi di telerilevamento della morfologia superficiale del ghiaccio, in particolare nel Wilkes Basin e nell'area delle Gamburtsev Mountains.

Per la comprensione della natura del **bedrock subglaciale** dell'Antartide sono necessari: (1) l'individuazione e lo studio di zone/affioramenti chiave in cui sia i dati geofisici che quelli raccolti sugli affioramenti (geologia di terreno, petrologia e geocronologia) possano essere confrontati ed usati per estrapolare la geologia del bedrock. Le aree da individuare devono comprendere sono quelle ancora parzialmente sconosciute (vedi zone Schackleton Range, Adelie/Giorgio V Land, Dronning Maud Land, Nimrod Glacier-CTAM) che rappresentano aree di importanti discontinuità litosferiche delle orogenesi Precambriane le cui testimonianze sono, a parte le poche aree deglacciate su citate, al di sotto della calotta. (2) L'accesso diretto a campioni del bedrock subglaciale prelevati in situ tramite progetti di perforazione dedicati della calotta anche in questo caso lo studio geofisico del bedrock e quello geologico di quanto è in affioramento (punto precedente) è fondamentale per la comprensione di quanto verrà carotato (3) lo studio di natura e provenienza di campioni del bedrock delocalizzati da processi geologici: sedimenti detritici marini, morene, dropstones.

1b - Struttura della litosfera

Per la struttura fisica della **litosfera** si ritengono necessari: (1) la raccolta di dati relativi alle caratteristiche tomografiche del mantello superiore, e (2) una più accurata ricostruzione degli spessori crostali su scala continentale e regionale nei maggiori domini tettonici (West Antarctic rift, Transantarctic Mountains, interno dell'East Antarctic Craton).

Per lo studio della **sismicità** all'interno della placca Antartica sono necessari: (1) misure e osservazioni di sismica passiva da stazioni collocate nell'area centrale e meno strumentata dell'Antartide, in modo da raccogliere dati per vincolare la struttura litosferica al passaggio Gamburtsev Mountains-central Transantarctic Mountains, e (2) calcolo del regime di stress prevalente, che potrebbero chiarire i processi di deformazione litosferica attiva.

Per lo studio delle proprietà chimico-fisiche del **mantello** sono necessari: (1) l'acquisizione e lo studio di campioni di xenoliti (e.g. proprietà fisiche e caratteristiche chimiche) su un'area continentalmente rilevante (northern Victoria Land, southern Victoria Land, Marie Byrd Land, Antarctica Peninsula, e anche south-eastern Australia), (2) la ricostruzione del gradiente geotermico fossile da confrontare con l'attuale flusso di calore.

1c - Dinamismo di litosfera e calotte glaciali

Per lo studio dell'evoluzione **geodinamica del West Antarctic rift** è necessario: (1) migliorare l'acquisizione dei dati geodetici, adeguandola all'avanzamento tecnologico dei GNSS (nuove costellazioni, nuove frequenze, nuovi modelli atmosferici, incremento nell'accuratezza dei dati), (2) dotare i sistemi geodetici di nuove stazioni permanenti al fine di migliorare le serie temporali, (3) riconciliare i diversi scenari geodinamici e tettono-magmatici proposti per l'evoluzione Cenozoica del rift, (4) definire la diversa risposta termo-meccanica della litosfera attraverso il fronte delle Transantarctic Mountains dove il passaggio tra litosfera cratonica e litosfera assottigliata del rift localizza la tettonica Cenozoica, e (5) correlare i regimi deformativi, l'attività magmatica, la storia di erosione/sollevamento (paleotopografia) e le fluttuazioni climatiche alla tettonica intraplacca e all'evoluzione geodinamica globale.

Per quel che riguarda le relazioni tra sviluppo del **rilievo** paleotopografico e la dinamica glaciale risultano necessari: (1) l'acquisizione di misure gravimetriche, sia assolute che relative, (2) la raccolta di dati con sensori ottici e multispettrali ad elevato dettaglio spaziale con rilevamento aereo di prossimità, utilizzando anche aeromobili a pilotaggio remoto. (3) la ricostruzione delle variazioni laterali della struttura litosferica, legate temporalmente alla evoluzione dinamica del WARS, con passaggio da wide orthogonal to narrow transtensional tectonics e interazione tra attività di faglie normali con sistemi transtensionali, (4) la determinazione della struttura verticale del complesso litosfera-mantello sublitosferico, e (5) la combinazione di questi risultati in un modello dell'origine della anomalia topografica dell'East Antarctica.

2 - PROCESSI ENDOGENI-ESOGENI VS AMBIENTE

2a - Dispersione dei sedimenti in relazione a tettonica-paleoclima

Per lo studio delle caratteristiche dell'accoppiamento reologico **criosfera-terra solida** sono necessari: (1) lo studio della sismicità legata alle dinamiche glaciali, (2) la formulazione di modelli di GIA, (3) la modellizzazione del riequilibrio isostatico, (4) la modellizzazione della variazione del livello del mare, (5) la raccolta di dati di flusso di calore e (6) la raccolta e lo studio di campioni dell'interfaccia ghiaccio-substrato tramite perforazioni rapide del ghiaccio (v. progetti di perforazione del bedrock citati sopra).

Per lo studio delle variazioni temporali dei WAIS e EAIS e la ricostruzione della **dinamica glaciale** più antica risultano necessari: (1) l'analisi di gravity cores esistenti e da recuperare tramite ship legs in collaborazione internale, e (2) il ricupero e l'analisi integrata sedimentologica, petrografica, magnetostratigrafica biostratigrafica e geocronologica di carote in bacini che contengano sedimenti almeno fino al limite Eocene-Oligocene. In questo

contesto si dovrebbe studiare la fattibilità di una perforazione ANDRILL offshore northern Victoria Land, dove si sono accumulati sedimenti che derivano anche dall'erosione di dicchi e plutoni Cenozoici, con età fino a 50 Ma.

2b - Feedback vulcanismo-criosfera-ambiente

Per lo studio/monitoraggio dei vulcani attivi e della loro **pericolosità** risultano necessari (1) ricostruzione stratigrafica di dettaglio delle eruzioni recenti con indagine sui criotefra nelle falesie di ghiaccio costiere e con carotaggi speditivi nelle caldere o in zone prossimali ai centri vulcanici (vedi progetti di perforazione del bedrock citati sopra), (2) monitoraggio geofisico di aree vulcaniche attive per il controllo dei fenomeni di risalita di magma e di eruzioni subglaciali, (3) modellizzazione numerica dell'impatto delle eruzione sulla stabilità delle calotte glaciali, e (4) raccolta di dati sul flusso di calore in aree e corridoi vulcanici, con estrapolazione indietro nel tempo, e (5) inserimento nelle valutazioni paleoambientali le peculiarità locali di potenziale stabilizzazione di masse glaciali da parte di edifici vulcanici attivi che, essendo per loro natura dei rilievi transienti, possono oggi essere morfologicamente diversi dal loro periodo di massimo rilievo.

Per le ricostruzioni paleoambientali basate sullo studio dei prodotti delle **eruzioni subglaciali** sono necessari: (1) indagini di isotopi stabili in ghiaccio, acque e prodotti eruttivi di interazione magma-ghiaccio, (2) aumento della precisione delle datazioni isotopiche fino alla risoluzione dei cicli glaciali, (3) correlazione con dati paleoambientali offshore, e (4) progettazione una metodologia per studiare anche i prodotti formati in periodi di clima più caldo di oggi (vulcanologia fisica, palinologia etc su carote offshore).

Le correlazioni tra livelli di **cenere** vulcanica e specifici eventi eruttivi soffrono della mancanza di uno spettro cronologico e composizionale soddisfacente delle eruzioni potenziali, per cui risultano necessari: (1) la costruzione di un database vulcanologicamente, petrologicamente e geocronologicamente vincolato delle eruzioni dei vulcani attivi durante l'Olocene nell'emisfero meridionale, e (2) la raccolta di stratigrafie di dettaglio con metodi risolutivi, quali la perforazione con recupero di carote all'interno di caldere vulcaniche.

Per lo studio dei processi di **glacial loading/unloading** legati alle eruzioni vulcaniche risultano necessari: (1) lo studio petrologico-geocronologico di dettaglio dei prodotti vulcanici eruttati durante fluttuazioni glaciali, (2) la modellizzazione numerica degli effetti delle variazioni di pressione glaciale sulle camere magmatiche crostali e sul mantello sorgente dei magmi, e (3) il confronto con situazioni (v. Islanda) in cui storia eruttiva e glaciale sono ben documentate.

2c - Il Permafrost nel Cambiamento Climatico presente e passato

Risulta fondamentale: (1) monitorare e comprendere quali siano le conseguenze dell'approfondimento dello strato attivo sugli ecosistemi terrestri e marini, (2) individuare la reale estensione del permafrost sottomarino, (3) analizzare la presenza di talik (falde acquifere nel permafrost) con brine ipersaline nella Terra Vittoria che rappresentano il migliore analogo di Marte, e (4) studiare i processi di alterazione dei substrati rocciosi che possono dare un utile contributo alla comprensione della storia della deglaciazione antartica antica.

3 - CARTOGRAFIA PER IL FUTURO DELL'ANTARTIDE

Per la Cartografia geologica e tematica risultano necessari: (1) la raccolta delle pubblicazioni esistenti di cartografia geologica, geomorfologica, geopetrografica, magnetica, gravimetrica, flusso di calore, quota e morfologia del bedrock, laghi subglaciali, (2) la raccolta dei dati di terreno, pubblicati e non, e (3) l'integrazione di queste informazioni in un nuovo programma di cartografia geologica e tematica basato sulle nuove tecnologie, in grado di integrare e fornire contenuti geologici s.l. a livelli diversi, fruibile e consultabile online in maniera semplice e intuitiva.

AREE GEOGRAFICHE STRATEGICHE

Northern Victoria Land, southern Victoria Land, central Antarctica, Marie Byrd Land, Antarctic Peninsula, south-eastern Australia. Zone di particolare rilevanza sono: Shackleton Range, Adelie/George V Land, Dronning Maud Land, Nimrod Glacier, central Transantarctic Mountains.

AMBITI DI COLLABORAZIONE INTERNAZIONALE

- ANDRILL Antarctic Geological Drilling.

- Progetto EAIST East Antarctic International Ice Sheet Traverse - progetto Francia-Italia-USA.
 - Attività di osservatorio geodetico in accordo con i progetti USA POLENET-ANET e TAMDEF, e con Group SERCE.
 - SCAR Expert Group GIANT (Geodetic Infrastructure of Antarctica) coordinato da un ricercatore italiano.
 - SCAR Research group “GPS for weather and space weather forecast” co-coordinato da un ricercatore italiano.
 - SCAR Expert Group ANTVOLC (Antarctic Volcanism) coordinato da un ricercatore italiano.
 - SCAR Action Group GeoMAP coinvolti ricercatori italiani.
 - Le ricerche sul permafrost si inquadrano nelle attività dello SCAR Expert Group ANTPAS (co-coordinato da un ricercatore italiano) e nei programmi di ricerca SCAR AntEco e AntEra.
-

Per conto della comunità scientifica presente a Roma e dei ricercatori consultati prima e dopo il workshop, i conveners

L. Crispini, S. Danesi, E. Lodolo, M. Pompilio, S. Rocchi