CONOSCERE IL PASSATO PER COMPRENDERE IL FUTURO

ESAME DI STATO 2007/2008

DAVIDE MASSARI
5 C SCIENTIFICO

Introduzione

1. Antartide

1.1 Storia geologica dell'Antartide
1.2. Antartide oggi: geografia
1.3. Antartide oggi: flora e fauna
1.4 Antartide come terra di conquista e di esplorazione
1.5 Stazione italiana "Mario Zucchelli"

2. Il progetto ANDRILL

2.1. Cos'è ANDRILL?
2.2. Perché in Antartide?
2.3. Il programma
2.4. Tecniche di perforazione: carotaggio
2.5. Lavoro sulla carota: paleomagnetismo

Conclusioni

Bibliografia

Introduzione

Questo lavoro esprime l'importanza della ricerca, l'importanza di scoprire quanto successo in passato per rapportarci con presente e futuro. Programmi di ricerca come ANDRILL sono per l'appunto estremamente importanti, specie per tentare di risolvere le incertezze sul comportamento futuro **<della calotta polare antartica>** delle calotte polari dell'Antartide in questa fase di riscaldamento globale.

Negli ultimi anni è infatti salito alla ribalta dell'informazione di massa il problema del progressivo riscaldamento del nostro Pianeta legato all'emissione dei gas serra (principalmente CO2, N2O, CH4) nell'atmosfera, malgrado il protocollo di Kyoto. Nel corso del XX secolo il riscaldamento è stato di circa 0.7°C, ma le proiezioni affermano che nel 2100 la temperatura sarà simile o superiore a quella presente sulla Terra prima della formazione di una calotta di ghiaccio in Antartide **<citare la fonte>**.

Dopo la conferenza del professor Cattadori **<chi è sto qua;-)) prima di citarmi dovresti spiegare chi sono. Eccoti una proposta: "Il progetto di ricerca internazionale ANDRILL oltre a circa 200 ricercatori di 4 nazioni ha anche coinvolto una decina di insegnanti con lo scopo di divulgare metodi e tecniche della ricerca presso le scuole delle nazioni di appartenenza. Il rappresentante italiano di questo gruppo di insegnanti è il Prof Cattadori che attraverso il suo progetto (progettosmilla.it) ha coinvolto circa 60 scuole di tutt'Italia nell'arco di un biennio di attività. La nostra scuola ha partecipato a un incontro con il Prof Cattadori, il giorno XXX">** nella nostra scuola per la divulgazione del progetto ANDRILL vista la sua partecipazione al programma, ho deciso di approfondire questo tema proprio per sottolineare **<o approfondire la conoscenza del porgetto, vedi tu>** maggiormente l'importanza del lavoro svolto. Credo che i fondi predisposti a tale iniziativa siano sicuramente impiegati in modo intelligente rispetto ad altri usi. Purtroppo l'Italia, dopo anni nei quali ha ricoperto un ruolo primario, si è **<per il momento>** auto-esclusa dal piano di lavoro interrompendo i finanziamenti per **< le prossime campagne di ricerca in Antartide>** la spedizione italiana.

Nella tesina saranno affrontati vari temi: da una prima presentazione sull'Antartide e sulla situazione italiana nella ricerca, **<successivamente>** mi soffermerò con più accuratezza sul progetto ANDRILL e sulle tecniche usate nella perforazione.

1.1 Storia geologica dell'Antartide

Della Terra nell'era Archeozoica (da 4.6 miliardi a 570 milioni di anni fa) non si conosce la geografia: probabilmente la deriva dei continenti si è ripetuta più volte, modificando l'aspetto delle terre e il loro rapporto con gli oceani.

Solo a partire dal Paleozoico Superiore, e più precisamente nell'era Carbonifera, si ha finalmente la possibilità di delineare la geologia terrestre: nell'emisfero meridionale c'era un grande continente chiamato 'Gondwana' dove troviamo il Sud America, l'Africa, l'India e naturalmente l'Antartide.

La storia antartica nel Gondwana è lunga **<toglierei variegata, sembra un gelato!!>** e variegata. Dopo la completa **<formazione meglio! Amalgami la maionese;-)>** amalgamazione del supercontinente, l'Antartide si è trovato in posizione polare in epoca Permiana **<specifica i milioni di anni>**; ciò ha determinato una glaciazione che ha portato allo sviluppo di una calotta glaciale più grande di quella che lo copre attualmente. Le tracce, in termini di modellamento e depositi glaciali, sono presenti anche in Australia, Sud America, Africa e India.

Alla fine dell'era Paleozoica (245 milioni di anni fa) il Gondwana iniziò a migrare verso latitudini intermedie ed il clima divenne progressivamente più mite: cominciarono a svilupparsi delle grandi foreste e una folta flora, che è testimoniata dalla presenza di foglie e tronchi fossili in rocce sedimentarie. Questo movimento delle terre portò all'unificazione di tutti i continenti, dando forma un unico supercontinente chiamato Pangea **< qui non si capisce. Ma allora prima erano divisi e si sono uniti dopo nella pangea o prima erano già uniti…chiarisci>.**

Successivamente, nell'era Mesozoica, assistiamo a un ulteriore moto di separazione dei continenti formando il Gondwana nell'emisfero sud e il Laurasia (Europa e Asia) nell'emisfero nord: i due continenti erano separati dall'oceano Tetide.

L'Antartide è nell'attuale posizione da 120 milioni di anni circa ma solo nell'era Cenozoica, circa 30 milioni di anni fa, in seguito al distacco della Penisola Antartica dal Sud America, con la formazione dello stretto di Drake e lo sviluppo della corrente circumpolare antartica, raggiunse il completo isolamento intorno al polo sud che determinerà il lento sviluppo della calotta glaciale presente.

1.2. Antartide oggi: geografia

L'Antartide è il continente più meridionale della Terra e comprende le terre e i mari che circondano il Polo Sud.

Sono numerose le peculiarità che lo differenziano dagli altri. Innanzi tutto **>unisci. Innanzitutto è una parola unica>**, si caratterizza per la presenza di una calotta glaciale che copre la quasi totalità del continente. Inoltre presenta elementi molto originali: l'esteso deserto polare freddo e arido che determina l'instaurarsi di condizioni ambientali estreme; la totale assenza di vegetazione; il totale isolamento dall'uomo fino a 150 anni fa.

Le acque degli oceani Atlantico, Pacifico ed Indiano separano l'Antartide dagli altri continenti dell'emisfero australe; l'America del Sud dista circa 1000 km, l'Africa circa 3800 km e l'Australia e la Nuova Zelanda circa 2500 km.

Presenta una forma approssimativamente circolare con un'appendice, la Penisola Antartica, rivolta verso l'America Meridionale. La catena delle Montagne Transantartiche e due ampie insenature, occupate dal Mare di Ross e dal Mare di Weddell, la suddividono in due porzioni principali: l'Antartide Orientale e l'Antartide Occidentale.

La sua area totale, comprese le piattaforme di ghiaccio, è di 13,8 milioni di km^2, equivalente a quasi 50 volte l'Italia, ed è più estesa dell'Europa (10,5 milioni di km^2) e degli Stati Uniti d'America (9,4 milioni di km^2).

L' Antartide costituisce la più importante riserva d'acqua dolce del nostro pianeta (68% del totale); il 91% del ghiaccio totale e il 2% dell'acqua totale.

La calotta è soggetta ad un accumulo costante di neve e contemporaneamente ad un deflusso di ghiaccio verso la costa, dove lo spessore si riduce formando estese piattaforme galleggianti intervallate da lingue di ghiaccio. La spinta del galleggiamento poi provoca il distacco di blocchi di ghiaccio, formando gli iceberg.

Per 10 mesi all'anno l'acqua salata del mare che circonda l'Antartide si congela formando la banchisa (raggiunge fino a 3 m di spessore) e facendo aumentare di quasi il doppio la superficie del continente.

Le zone deglaciate costituiscono solamente il 2,4% del territorio, pari a 331.690 km^2. Queste ridotte aree rocciose sono concentrate prevalentemente nella fascia costiera, lungo la catena delle Montagne Transantartiche e, soprattutto, nella Penisola Antartica.

Il clima è secco **<secchissime direi>,** le precipitazioni sono scarse e prevalentemente nevose, mediamente 50 mm di pioggia l'anno (come nel deserto del Sahara). Esso è anche caratterizzato da improvvise tempeste di vento che possono raggiungere punte di 300 km/h.

Nell'altopiano centrale la temperatura media annua è inferiore a – 50° C, le coste e la penisola hanno temperature più elevate, durante l'estate, sulla costa la temperatura si avvicina agli - 0° C con punte di –15° C, mentre nell'interno la temperatura è più bassa **<quantifica anche qui>**, durante l'inverno si raggiungono temperature che vanno da –15° C a –30° C sulla costa mentre da -40° C a –70° C nell'interno.

L'ANTARTIDE IN CIFRE

Superficie totale	13.828.000 km^2
Superficie continente	12.101.000 km^2
Superficie piattaforme galleggianti	1.727.000 km^2
Antartide Orientale (senza piattaforme galleggianti)	9.860.000 km^2
Antartide Occidentale (senza piattaforme galleggianti)	2.233.000 km^2
Piattaforma di Filchner-Ronne	507.000 km^2
Piattaforma di Ross	506.000 km^2
Altre piattaforme	671.000 km^2
Superficie delle aree deglaciate	331.690 km2
Altitudine media	2500 m
Elevazione del Polo Sud	2835 m
Volume totale dei ghiacci (comprese le piattaforme)	26.600.000 km3 circa l'80% dell'acqua dolce della Terra

1.3. Antartide oggi: flora e fauna

Le condizioni ambientali del continente consentono marginali forme di vita animale e vegetale. La maggior parte della flora si trova sulla costa occidentale della Penisola Antartica e sugli arcipelaghi vicini. Proprio nella Penisola stessa sono state ritrovate due specie di piante superiori (Angiosperme Fanerogame). Nelle zone deglaciate e costiere, per di più, sono state finora identificate: 300 specie di alghe (terrestri e di acqua dolce), 200 specie di licheni, 200 specie di muschi, 25 specie di erbe epatiche e 28 specie di funghi.

Invece, per quanto riguarda la fauna, l'unica terrestre non dipendente dal mare è quella degli invertebrati: acari, protozoi e insetti.

I vertebrati, che popolano le zone costiere, hanno, al contrario, una vita prevalentemente marina. Tra essi sono presenti 7 specie di foche e numerose specie di uccelli, per la maggior parte marini - migratori. Tra questi, 8 specie di pinguini che rappresentano il 90% della fauna.

La catena alimentare marina dipende da 85 tipi **<cosa intendi per tipi? Specie? Fammi sapere se è cosi, il dato è interessante, io pensavo fosse una specie unica: la Euphrasia qualcosa…se non sbaglio >** di piccoli crostacei (*krill*) che rappresenta il principale alimento degli animali citata prima.

1.4. Antartide come terra di conquista e di esplorazione

Fin dal 350 a.C. gli antichi greci proposero per primi l'esistenza dell'Antartide sostenendo che fosse un continente che equilibrava l'Artide.

Nel periodo delle grandi scoperte geografiche (XVI secolo) l'interesse verso la Terra Australis Incognita era dettato dalla speranza di dominio su popolazioni e territori ancora sconosciuti.

Solo nel 1773 si ebbe il primo tentativo di circumnavigazione del continente: James Cook attraversò il circolo polare Antartico ma non vide mai la costa. Infatti il primo avvistamento ufficiale è datato 1820 e fu da parte degli ufficiali navali britannici William Smith e Edward Bansfield.

Dopo l'avvicinamento e l'avvistamento presero il sopravvento gli scopi commerciali, costituiti dalla caccia a balene e foche che popolavano i mari antartici **<e soprattutto dalla ragione di trovare le rotte commerciali più favorevoli. Spingendosi il più a Sud possibile, infatti, si accorciano notevolmente le distanze da percorrere per fare la circumnavigazione del globo>**.

Bisogna aspettare più di 70 anni per vedere il primo sbarco sul continente (1895). In seguito questa data iniziò un periodo caratterizzato dalla gara per raggiungere il Polo Sud geografico, motivo di orgoglio per le nazioni che investivano nell'organizzazione delle spedizioni.

Nel 1911 il norvegese Amundsen riuscì a raggiungere per la prima volta questo polo. L'anno successivo tentò la stessa impresa Robert Scott e, ignaro della fatica del suo predecessore, raggiunse il punto più estremo del continente trovando però una tenda con all'interno una bandiera norvegese; al ritorno la spedizione inglese morì per mancanza di rifornimenti. **<rivedi sta cosa davide. In realtà amudsen e scott hanno fatto il tentativo di raggiungere il polo in pratica insieme, lo stesso anno. Amudsen ha preceduto scott di pochi giorni (22 mi sembra) , scott e compagni poi in effetti son morti durante il viaggio di ritorno>**

L'evoluzione della storia esplorativa fu la consapevolezza **<maturata verso gli anni 60 in seguito allo svolgimento pochi anni prima di un anno polare internazionale>** da parte dei principali stati del mondo che l'Antartide era un bene prezioso e doveva essere sfruttato solo per produrre ed esportare conoscenza. Dal punto di vista giuridico l'Antartide è una parte del pianeta non assoggettata alla sovranità di alcun Stato. Infatti anche se esistono delle rivendicazioni territoriali il Trattato Antartico (in vigore dal 1961) sospende ogni pretesa **<fino al 2040>.**

1.5. Stazione italiana "Mario Zucchelli"

Il Programma di Ricerche in Antartide (PNRA) ha avuto inizio nel 1985 con l'obbiettivo di assicurare la partecipazione dell'Italia al Trattato Antartico e sviluppare approfondimenti scientifiche in quel continente.

L'impegno italiano ha consentito di svolgere un ruolo di primo piano nei grandi programmi di ricerca internazionale. Lo sforzo economico complessivo (di poco inferiore a 500 milioni di euro in 20 anni) ha condotto alla realizzazione di una Stazione costiera interamente italiana (Mario Zucchelli) e una Stazione italo-francese (Concordia-Dome C) sede delle **<delle ricerche sulla calotta, meglio>** perforazioni nel ghiaccio.

La Stazione Mario Zucchelli **(<il nome è preso dal >**capo del Programma Antartide per 16 anni e scomparso nel 2003) è una base scientifica nata nel 1985 e si trova sopra una roccia granitica nell'area denominata Baia Terra Nova. Copre una superficie di circa 7.100 m² a cui oltre a magazzini, laboratori, impianti, servizi ed alloggi si aggiungono varie unità satelliti dislocate su un'area urbanizzata di circa 50.000 m².

La base rappresenta l'asse funzionale di tutte le attività di ricerca italiana in Antartide ed è supportata dalla nave oceanografica Italica.

Fino al 2005 tutto questo è stato possibile grazie ai finanziamenti citati prima, ma nella Legge finanziaria del 2006 è improvvisamente scomparsa ogni previsione di sovvenzione agli studi in Antartide.

Questo comporterà la rinuncia dell'Italia al progetto mondiale di ricerca più importante degli ultimi 50 anni.

La nostra nazione sta quindi perdendo l'importante ruolo che svolgeva nella comunità scientifica e difficilmente potrà essere recuperato. Un patrimonio di conoscenze, di giovani ricercatori e infrastrutture faticosamente costruito rischia di scomparire definitivamente.

L'unica speranza è un intervento immediato del nuovo governo, che finanzi nuovamente una struttura di ricerca in Antartide.

2.1. Cos'è ANDRILL?

ANDRILL (ANtarctic geological DRILLing) è un progetto internazionale nato nel 2001, che vede la collaborazione di ricercatori, insegnanti, studenti, tecnici, esperti di perforazione e logistici da Germania, Italia, Nuova Zelanda e dagli Stati Uniti.

Il programma si prefigge di ottenere, attraverso il carotaggio di sedimenti **<marini di piattaforma continentale>**, informazioni utili per interpretare la storia tettonica, glaciale e climatica dell'Antartide nel corso degli ultimi milioni di anni. Questi archivi stratigrafici sono utilizzati per valutare il comportamento delle calotte di ghiaccio nel passato e per comprendere meglio i fattori che hanno influenzato le fasi di espansione e di contrazione delle antiche piattaforme glaciali e delle banchise.

Gli scienziati del programma ANDRILL devono affrontare sopratutto lo studio di cambiamenti climatici del passato durante i quali le temperature e i contenuti di CO_2 nell'atmosfera sono stati elevati **<presumibilmente>** quanto quelli previsti alla fine del prossimo secolo. Oltre a questo, il gruppo di ricercatori è anche impegnato nel documentare l'evoluzione e determinare l'età del principale sistema *rift* in Antartide, le modalità di sollevamento delle adiacenti Montagne Transantartiche e l'attività vulcanica associata.

I siti di perforazione pianificati sono due: quello relativo al progetto McMurdo Ice Shelf (MIS) e il programma Southern McMurdo Sound (SMS). Tramite questi due lavori si spera di arrivare a studiare fino a circa 20 milioni di anni fa: precisamente nel primo fino a 7 milioni e nel secondo 17 milioni di anni**.<attento, come dici poi anch tu, son già stati svolti tutti e due i progetti, usa il tempo al passato!!!!>**

Le operazioni di trivellazione sono state dichiarate ufficialmente concluse nel dicembre 2007. Adesso è in atto la terza fase del progetto che vede lo studio delle calotte prelevate.

Ad oggi sono stati spesi più di 30 milioni di dollari: due terzi per la ricerca e la divulgazione e un terzo per la logistica. La divulgazione viene effettuata tramite insegnanti o studenti **<no studenti, almeno per ora!>** presenti in Antartide **<al seguito della ricerca>** che fungono da rappresentanti del proprio paese; dopo aver assistito alle ricerche, hanno il compito di rendere noto in ogni istituzione quanto si fa di importante nel continente del polo sud.

.2. Perché in Antartide?

L'Antartide riveste un ruolo di primo piano nel sistema climatico terrestre ma occorrono ancora molti dati per arrivare ad un **<una>** migliore comprensione della sua dinamica. Queste informazioni sono racchiuse in rocce e sedimenti nascosti sotto l'imponente strato di ghiacci che protegge il continente ed i relativi margini.

Gli scienziati concordano nel ritenere che, perforando questa terraferma, si possano ottenere risposte adeguate ai quesiti sull'evoluzione ed il comportamento della calotta polare Antartica nel corso delle fasi di riscaldamento e di raffreddamento globali.

Questa terra costituisce un grande laboratorio dove è possibile studiare i cambiamenti generali che hanno interessato il nostro pianeta dalla formazione dei primi nuclei continentali fino alla glaciazione attuale e che ha avuto importanti riflessi non solo nella geologia ma anche nella evoluzione degli organismi viventi. Inoltre è l'unico continente ancora in gran parte inesplorato. Gli studi vengono effettuati ai poli anche perché sono i punti che risentono maggiormente delle variazioni climatiche.

Esistono comunque numerosi punti interrogativi sulla storia evolutiva del clima antartico e di conseguenza dell'intero Pianeta; basti pensare che non è ancora chiaro quando si sono formate le prime calotte polari e quali sono le cause della glaciazione.

È quindi molto importante continuare a studiare in questo luogo proprio per cercare di conoscere il più possibile il passato per rapportarci col futuro.

2.3. Il programma

Il programma ANDRILL comprende quattro stadi distinti di indagine: rilievi geofisici , perforazione stratigrafiche, un fase di divulgazione e insegnamento nelle scuole, e l'elaborazione dei dati acquisiti per lo studio della storia glaciale e climatica.

L'uso di tecnologie specifiche permetterà di raggiungere il fondale marino di un sito di trivellazione, all'interno del Mare di Ross, che è situato a circa 1000 m di profondità.

Negli anni **<compresi tra>** dal 2001 al 2006 è stato effettuato il lavoro della scelta del luogo per operare successivamente.

Le indagini utilizzate sono **<state>** quelle sismiche: in determinati posti si fanno esplodere delle piccole cariche di esplosivo **<o si generano onde di vibrazione con altri metodi>**, le onde

sismiche generate vengono riflesse o rifratte in base alle **<caratteristiche delle>** rocce sottostanti. Ricevendo **<e studiando le onde riflesse e rifratte>** con opportuni strumenti e interpretandole attentamente si ottengono le informazioni utili per **<capire la loro natura. Sulla base di queste informazioni si puo procedere nella scelta del sito piu idoneo da trivellare>**la costruzione del sito.

Non esiste mai però la completa certezza di scegliere la posizione giusto **<spiegati meglio, devi dire che c'è comunque un elevato margine di errore nonostante il grado di sofisiticazione raggiunto dalle tecniche di indagine sismica>**.

Attualmente sono in atto due progetti: McMurdo Ice Shelf (MIS) dal 2006 e Southern McMurdo Sound (SMS) dal 2007 **<rivedi come sopra>**.

<anche qui attento al tempo dei verbi!>Il primo cercherà di recuperare una sequenza di sedimenti glaciomarini, terrigeni, vulcanici e biogenici dello spessore di 1200 metri accumulatisi in un bacino che circonda l'Isola di Ross. In questa regione i sedimenti da perforare sono sotto uno spessore di 90 metri di ghiaccio e 900 metri di acqua.

<verbi>Il progetto SMS invece effettuerà la perforazione utilizzando il ghiaccio marino come piattaforma per la torre principale.

<verbi>Le sequenze sedimentarie da recuperare avranno un'età di circa 17 milioni di anni e comprenderanno diversi passaggi chiave nell'evoluzione climatica del continente Antartico.

I due piani di lavoro hanno sicuramente obiettivi comuni:

- spiegare la fase "calda" cioè prima della formazione della calotta glaciale (circa 50 milioni di anni fa);
- capire l'influenza delle piattaforme di ghiaccio e delle banchise dell'Antartide sul clima del nostro pianeta;
- conoscere il motivo delle variazioni cicliche del volume delle calotte glaciali e del livello marino;
- comprendere le modalità e i tempi dell'evoluzione degli organismi in ambiente polare e nel ghiaccio marino;
- intuire le risposte degli organismi agli eventi climatici ed ambienti estremi;
- descrivere l'influenza dei processi vulcanici, tettonici e glaciali nelle modalità di accumulo dei sedimenti nel bacino.

2.4. Tecnica di perforazione: carotaggio

Il sistema di perforazione del progetto ANDRILL si basa su un**<una tecnica di perforazione di derivazione dai sistemi di perforazione di ambito petrolifero e successivamente adattato per poter operare su piattaforma di ghiaccio>** apparato costruito in Australia. Questo tipo di impianto è stato adattato ai requisiti del programma e alle condizioni ambientali estreme presenti in Antartide.

La struttura, che poggia su di una piattaforma principale, comprende più elementi:

- **La torre di trivellazione**

Alta all'incirca 17 metri, questa torre non poggia direttamente sulla piattaforma di ghiaccio ma su un piedistallo che è rialzato rispetto ad essa di circa 3 metri. Nello spazio sottostante è ricavato un locale che ospita il sistema di compensazione della marea. Lo scopo della torre di trivellazione è quello di trasmettere alle aste di perforazione i movimenti necessari per perforare: pressione (in giù) e rotazione delle aste su se stesse. Tutta la torre è avvolta in un telo che serve per non disperdere troppo il calore ed evitare che uomini e strumenti siano esposti alle rigide temperature esterne. Tutta la struttura (sia la torre che la rampa) poggia su slitte ed è smontabile e trasportabile su ghiaccio e poi via nave.

- **Il *sea riser***

E' un tubo di 6 pollici di diametro (15,2cm) che non è direttamente coinvolto nella perforazione vera e propria. E' fatto di acciaio del tipo a bassa temperatura ed un solo metro di questo tubo pesa ben 28 Kg. Ha la funzione di proteggere le aste di perforazione che scorrono al suo interno e che sono quelle addette alla perforazione. Il bordo superiore del *sea riser* è nel locale del "Sistema di Compensazione della Marea" sottostante alla torre di perforazione, mentre quello inferiore è attualmente infisso nel fondale marino per 17 metri. Il *sea riser* è stato cementato al fondale con un materiale speciale anch'esso studiato e testato appositamente (come i fanghi) per ridurre al minimo l'impatto ambientale. Si è dovuto però risolvere un problema: tutta la piattaforma di Ross, su cui si trova la torre di perforazione, si sposta in direzione dell'oceano di circa 0,5m al giorno. Quindi dal momento della cementazione tutto il *sea riser* inizierà a inclinarsi perchè l'estremità sul fondale è fissa ma quella sulla piattaforma si muove orizzontalmente. Gli ingegneri hanno calcolato che questa inclinazione può essere al massimo di 50 metri che equivalgono a 100 giorni di tempo. Entro 100 giorni, quindi, tutto il sistema deve essere smontato. Oltre a questo movimento, il *sea riser* deve anche sostenere il moto verticale della piattaforma determinato dalle maree.

- **Sistema di compensazione dell'escursione di marea**

E' situato nel locale sotto alla piattaforma della torre di trivellazione e ha lo scopo di assecondare le escursioni di marea. Il *sea riser*, dal momento in cui viene cementato al fondale, non

è più libero di muoversi ma è fisso rispetto alla piattaforma di ghiaccio che oscilla in su e in giù seguendo le maree. Dato che sul ghiaccio poggia la torre di trivellazione, è necessario che i due (*sea riser* e torre) siano indipendenti reciprocamente nei loro movimenti. Grazie al sistema di compensazione la torre si muove in su e in giù seguendo la marea, mentre il *sea riser* rimane ancorato al fondale. Il sistema è formato da una morsa enorme e fortissima che tiene saldamente l'estremità su periore del *sea riser*. Questa è collegata ad un sistema di cavi di acciaio e pulegge che compensa le oscillazioni verticali di tutta la piattaforma.

Le oscillazioni di marea avvengono 4 volte al giorno e alternate (alta-bassa-alta-bassa) a distanza di circa 6 ore una dall'altra. Le maree determinano alcuni dei problemi più gravi che i tecnici hanno dovuto affrontare, non solo per le oscillazioni della piattaforma ma anche per le correnti di marea sottostanti che hanno danneggiato il *sea riser*, piegandolo in alcuni punti.

- **La navicella riscaldante**

I problemi da risolvere non sono finiti, perchè attorno al *sea riser* e per i primi 80 metri di profondità c'è il ghiaccio della piattaforma; le temperature sono diversi gradi sotto allo zero e il *sea riser* appena messo, verrebbe immediatamente avvolto dal ghiaccio. Per assicurare al *sea riser* libertà di movimento, attorno ad esso viene posta una navicella esterna dentro cui viene fatta circolare acqua calda e che è tenuta in movimento continuo (alto-basso) attorno al *sea riser*, per impedire che il ghiaccio si riformi. L'acqua che circola al suo interno è acqua di mare riscaldata (a 80°C) e sottopressione che viene prodotta in un locale apposito collocato alla base della torre di trivellazione.

- **Le aste di perforazione**

Sono aste di 6 metri di lunghezza l'una e 13 cm di diametro che vengono fissate, avvitandole, una dopo l'altra, affondandole nel fondale marino; assolvono il ruolo di perforazione in senso stretto. Affondano nel fondale grazie a un movimento di pressione e di rotazione su se stesse che viene trasmesso da un motore di oltre 315 cavalli di potenza e dedicato esclusivamente a questo scopo. Il 70% di questa potenza è impiegato nel movimento rotatorio delle aste attorno al loro asse longitudinale, mentre il restante 30% viene espresso come pressione verso il basso.

La parte terminale delle aste di perforazione si chiama "testa" e presenta un utensile per lo scavo. Gli utensili che la testa può montare sono molto differenti tra loro a seconda del tipo di sedimento/roccia che viene scavata.

- **Il carotatore**

E' un tubo di 3 metri di lunghezza che si trova all'interno delle aste ma solo nei metri terminali e quindi affonda insieme alle aste nel sedimento. Mano a mano che le aste affondano, il carotatore ospita la carota che si produce. Al suo interno il carotatore contiene un cilindro di plexiglas (chiamato "Custodia della carota") che è quello che sta immediatamente a contatto con la carota. A questo punto sorge un problema: dopo che le aste sono affondate di 3 metri, bisogna riportar su il carotatore con il suo prezioso carico; dalla piattaforma gli operatori calano un cavo di acciaio che porta alla sua estremità un gancio che quando arriva a quello del carotatore vi si attacca saldamente. Quindi il cavo viene recuperato tirando verso l'alto il carotiere. Nell'estremità inferiore del carotatore vi è una specie di cestello fatto da alcune lamelle, disposte a ventaglio, orientate in modo che quando il carotatore viene tirato all'insù si chiudano; inoltre, impediscono alla carota di sfilarsi, e la tranciano di netto nella parte più bassa (trappola della carota). In questo modo la carota è tagliata dal resto della roccia in cui giaceva ed è libera di tornare in superficie protetta all'interno della custodia dentro al carotatore che viaggia verso la superficie. Il viaggio dura circa un'ora.

- **I fluidi di perforazione**

Sono dei fluidi ottenuti sciogliendo 3 ingredienti in acqua marina: Cloruro di Potassio (KCl) e due distinti polimeri naturali denominati Barazan D (un polimero organico) e PAC-L (una cellulosa polianionica). I fanghi svolgono diversi ruoli e tutti importanti: primo fra tutti quello di lubrificare le superfici di contatto (testa dell'asta e rocce) e diminuire così l'attrito; inoltre, quello di abbassare il punto di congelamento e impedire che si formi del ghiaccio ed infine anche quello di rimuovere i detriti che si formano durante la perforazione.

- Il KCl abbassa il punto di congelamento, aumenta la densità del fluido e impedisce che si formino dei precipitati all'interno del fluido di perforazione che aumenterebbero ulteriormente la quantità di solidi presenti in esso;
- Il Barazan D ha lo scopo di aumentare la viscosità del fluido ed è un compito molto importante perchè questo aumenta la facilità con cui i frammenti che si formano durante il taglio si mescolano con il liquido stesso, evitando che si sedimentino e depositino;
- Il PAC-L ha lo scopo di otturare, chiudere i vuoti che si formano sulla parete del pozzo aumentandone la stabilità ed evitando che si frantumi creando delle lacune laterali.

Durante la perforazione i fanghi vengono prodotti all'interno di cisterne-miscelatrici che si trovano alla base della torre e dopo vengono immessi nel circuito: dal pozzo di perforazione fino alla base, dove si trova la testa delle aste quindi, ritornano alle cisterne di miscelazione dove vengono filtrati e reimmessi.

È importante inoltre riassumere le fasi di lavoro che svolge tutta la struttura dalla perforazione al prelievo della carota:

1. <u>Perforazione della piattaforma di ghiaccio</u>; con un sistema ad acqua calda (‘*hot water drilling’*) che creerà un buco nel ghiaccio, spesso circa 100 m.

2. Carota dello strato superficiale del sedimento; attraverso il foro viene calato, con un cavo, un tubo con un peso sopra (carotiere a gravità). A una certa distanza dal fondale marino questo viene lasciato cadere: il tubo, spinto dal peso, si conficca nei sedimenti superficiali e viene, poi, recuperato con un cilindro di sedimento (carota) intrappolato dentro.
3. Posizionamento del tubo esterno (o *sea riser*); dalla torre di perforazione viene calato, attraverso il foro nel ghiaccio, un primo tubo di acciaio (di 18 cm di diametro) che attraversa tutto il battente d'acqua fino al fondale situato a -900 m. Il tubo viene fermato a pochi metri dal fondale e lasciato in posizione per assestarsi.
4. Ancoraggio del *sea riser* al fondale; il tubo esterno (*sea riser*) viene quindi fissato saldamente anche al fondale e forma così una specie di "camicia" continua dalla superficie esterna fino al fondale marino.
5. Perforazione - carotaggio; in questa fase verranno usati due tipi principali di trivelle: una idraulica e una a rotazione. Entrambe vengono inviate fino al fondale lungo il tubo (*sea riser*) precedentemente preparato. Al suo interno, circoleranno anche fanghi speciali di trivellazione sottopressione.

2.5. Lavoro sulla carota: paleomagnetismo

Dopo l'estrazione della carota vengono svolti vari processi di analisi su di essa per cercare di capire il passato nel miglior modo possibile **<acquisire il maggior numero di informazioni, meglio>**.

Sono sei i campi che **<lavorano sulla carota di sedimenti, meglio>** interagiscono con il campione da esaminare:

- microbiologia e acqua interstiziale;
- sedimentologia;
- micropaleontologia;
- proprietà fisiche;
- petrologia;
- paleomagnetismo.

Prendendo in esame uno di questi campi si può capire come gli scienziati operano con una carota e cosa riescono o possono scoprire.

<cosa vuoi dire, non capisco, spiegati meglio.. forse vuoi dire che tu prendi in considerazione il lavoro di uno di questi gruppi per capire metodi e tecniche di lavoro …? Boh!> Seguendo punto per punto si può conoscere come lavorano nel campo del paleomagnetismo.

- **Cosa viene analizzato?**

  Viene analizzata la carota tale e quale, dopo averne prelevato dei piccoli campioni di forma cilindrica di 2cm di diametro.
- **Quali analisi si fanno?**

  Le analisi che si fanno sul campo permettono di stabilire alcuni parametri importanti: la suscettività magnetica, la direzione di magnetizzazione e l'intensità della magnetizzazione naturale.

  Le analisi sul campo permettono di avere importanti informazioni utili per la continuazione della perforazione, soprattutto ai fini della datazione, mentre quelle successive consentono di acquisire tutti i dati e le informazioni paleomagnetiche possibili. Nelle epoche geologiche passate si è potuto capire che la polarità del campo magnetico terrestre è cambiata numerose volte, vi sono stati periodi a polarità normale (come quella attuale) e altri a polarità inversa (cioè opposta rispetto all'attuale). L'ultima inversione del campo magnetico terrestre è avvenuta circa 780 mila anni fa.

  Il campo geomagnetico terrestre agisce su tutto ciò che si trova al suo interno, quindi anche sulle rocce. Alcuni minerali, che si possono trovare nelle rocce, sono detti ferromagnetici (il più comune è la magnetite) perchè alcuni dei loro cristalli durante la formazione della roccia si orientano lungo le linee di forza del campo magnetico presente in quel momento. Questi minerali registrano quindi la direzione e l'intensità del campo magnetico del luogo in cui la roccia si è formata e in quel preciso momento.

  I parametri paleomagnetici che vengono determinati durante le analisi sul campo della ricerca ANDRILL sono:
  - la suscettività magnetica, cioè un indice che quantifica la capacità di quella roccia di magnetizzarsi;
  - l'intensità e la direzione della magnetizzazione naturale.
- **Come vengono fatte le analisi?**

  Il lavoro è suddiviso in campionamento-preparazione del campione e analisi.

Il campionamento e preparazione del campione. Il ricercatore fa una ispezione accurata della carota e segnala le zone interessanti da campionare, in genere sedimenti fini. Successivamente si preleva in quella stessa zona e con l'ausilio di un trapano a colonna un cilindretto di 2 cm di diametro.

Tutte queste fasi vengono svolte prestando la massima attenzione a indicare sempre la direzione in cui si trova l'"ALTO" sia sulla carota che sulla zona da campionare che sul campione prelevato. Questo è indispensabile per poter conoscere la direzione attuale del campo magnetico e poterla confrontare con la direzione di magnetizzazione che la roccia rivela in seguito alle analisi.

Le analisi **v**engono svolte usando due strumenti : il magnetometro spinner (serve per determinare direzione e intensità della magnetizzazione) e il suscettivimetro (determina la suscettività magnetica). Al termine delle analisi i campioni vengono conservati in un contenitore speciale fatto di una lega speciale chiamata MU-METAL che ha lo scopo di proteggere i campioni dai campi magnetici esterni a cui potrebbero essere esposti durante il trasporto e che potrebbero alterare le loro proprietà magnetiche naturali.

- **Per sapere cosa?**

Prima abbiamo sottolineato due cose importanti: il campo magnetico terrestre nelle epoche passate ha cambiato polarità più volte; alcuni minerali possono "registrare" direzione e intensità del campo magnetico nel momento di formazione della roccia. Grazie a questo si è potuto costruire scale e mappe del campo magnetico terrestre che hanno potuto determinare anche le varie derive dei continenti nelle ere passate.

Quindi conoscendo la polarità della roccia in alcuni punti della carota e confrontandola con una scala di riferimento della polarità geomagnetiche, possiamo risolvere anche il problema della datazione (uno dei problemi di più difficile soluzione per la ricerca).

Le misurazioni paleomagnetiche presentano dei vantaggi e degli svantaggi. Tra i primi il più rilevante è dato dal fatto che è un tipo di segnale globale, cioè in qualsiasi punto della superficie terrestre la polarità in una data epoca geologica è stata sempre la stessa.

Tra gli svantaggi il principale è che il dato che emerge maggiormente dalle analisi paleomagnetiche è di tipo binario, cioè ogni campione può avere polarità normale o inversa. Non è quindi un dato molto specifico e per questa ragione i dati paleomagnetici devono essere incrociati con i dati paleontologici e, soprattutto, quelli radiometrici, per ottenere una datazione più accurata. Questo è di fondamentale importanza in ricerche come ANDRILL, dove si studiano sedimenti di origine prevalentemente glaciale e che può presentare, molto facilmente, delle importanti lacune temporali nella sequenza stratigrafica.

Durante ANDRILL le misure paleomagnetiche sono state utilizzate per la datazione e sono state incrociate con quelle micropaleontologiche; ciò ha permesso di stabilire con una certa precisione che attorno agli 80 m di profondità le rocce risalgono a circa un milione di anni.

L'ipotesi è stata poi confermata da ulteriori osservazioni emerse dagli studi delle altre discipline e comunque sarà oggetto di ulteriori e continue verifiche future.

Bibliografia

- ANDRILL Science Management Office, Il programma ANDRILL, Roma, 2006;
- Frenzotti, M., Antartide, la ricerca affonda, da ‘Le Scienze’, maggio 2008;
- PNRA, Conoscere l’Antartide, PNRA S.C.r.L., Roma;
- PNRA, Italia in Antartide, PNRA S.C.r.L., Roma;
- www.andrill.org;
- www.mna.it;
- www.pnra.it;
- www.progettosmilla.it/andrill.shtml;
- www.statidelmondo.it/flora_e_fauna_antartide.htm;
- it./wikipedia.org/wiki/antartico.