



## **Progetto di Interesse strategico NEXTDATA**

Rendicontazione scientifica per il periodo di riferimento **01/01/2012-31/12/2012**

### **Unità Università di Milano Bicocca (UNIMIB)**

#### **WP 1.4 - Dati ambientali e climatici da carote glaciali**

##### **1. Attività prevista e risultati attesi (come indicato sul Piano Esecutivo, inclusi i milestones)**

I ghiacciai che si sviluppano nei loro bacini di accumulo a quote tali dove le temperature medie annue sono sostanzialmente negative diventano archivi formidabili di informazioni climatiche e ambientali. Negli ultimi 150 anni si è assistito a un costante e inesorabile ritiro di questi ghiacciai con perdite dal 30 al 70% del volume totale. L'influenza antropica amplifica questo effetto e porta alla necessità di preservare queste informazioni che, anno dopo anno, vengono distrutte. Data l'impossibilità di proteggere l'intero ghiacciaio, si intende recuperare ed archiviare carote di ghiaccio provenienti dai più importanti ghiacciai extra-polari del Pianeta. Sarà avviata, per i ghiacciai che presentano una logistica più semplice o dove esistono già delle attività nell'ambito di questo progetto (per esempio nelle Alpi, in Himalaya o Karakorum), la misura radar dei bacini di accumulo in modo da definire spessori, stratificazioni interne e fattibilità della perforazione. Qualora, nella raccolta dei dati informativi siano già presenti tutte le informazioni necessarie, sarà possibile iniziare le attività di perforazione già nel primo anno, sia pilota che fino al bedrock.

Milestones

M1 (PM6): Disegno della procedura di attività in campo.

M2 (PM12): Lista di ghiacciai perforabili e programmazione delle attività in campo.

##### **2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento**

D1.4.1: Relazione sulla definizione delle attività in campo e sui siti di perforazione prescelti.

### **3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento**

#### ***3.1 Attività di ricerca***

Rispetto al Deliverable previsto per il primo anno, che prevedeva la sola definizione delle attività di campo e la scelta dei siti di campionamento, è stata realizzata una missione di perforazione al Colle del Lys con archiviazione delle carote e alla verifica in campo degli aspetti logistici, tecnici e gestionali dei carotaggi su ghiacciaio da vedersi in prospettiva di attività in aree più remote e di maggiore difficoltà logistica.

In particolare la perforazione al Colle del Lys ha permesso di effettuare una trivellazione di 32 m di ghiacciaio con carote di 8 mm di diametro, il campionamento dei chips di scarto per analisi a bassa contaminazione e definizione delle procedure di perforazione in aree montane. Le attività di campo hanno anche permesso di effettuare una verifica sulla strumentazione utilizzata e i punti critici del sistema di perforazione.

La carota prelevata è stata campionata e misurata per la ricostruzione di un log stratigrafico di dettaglio. In particolare sono stati rilevati alcuni livelli di ghiaccio di dimensione decimetrica, ma se non sembrano esserci livelli visibili di polvere. Le carote sono state singolarmente misurate e pesate, dati con i quali è stato ricostruito il profilo di densità. Il profilo permette di evidenziare le due zone di impaccamento dei cristalli di neve nei primi 11 m superficiali e la parte di sinterizzazione nei successivi 21 metri che arrivano ad una densità di circa  $0.76 \text{ g/cm}^3$ . Grazie al profilo di densità è stato possibile estrapolare la profondità del close-off, profondità alla quale si passa da una porosità diffusa alla produzione di bolle d'aria (passaggio nevato-ghiaccio), che è tradizionalmente posto a  $0,85 \text{ g/cm}^3$ . Questa profondità è stimata a circa 44-46 m, con ovviamente un certo grado di errore, difficilmente stimabile in questa fase preliminare del lavoro. Usando gli accumuli medi calcolati per le perforazioni precedenti del 1996 e del 2003, rispettivamente 150 cm acqua equivalente (w.e.) e 130 cm w.e., è stato possibile ricalcolare una curva profondità età per i primi 32 m e per i 120 m previsti nel punto di perforazione. Per i primi 32 m si stima che il nevato è stato depositato tra il 1994 ed il 2000, invece per la base del ghiacciaio il range di età è compreso tra la fine degli anni '10 e l'inizio degli anni '30 del XX secolo.

Sono stati anche identificati, in collaborazione con il WP 2.3, tre possibili siti di perforazione che potranno essere investigati nei prossimi due anni. Il Colle Gnifetti (4550 m slm), sulle Alpi Europee, non lontano dal Colle del Lys, sempre sul confine Italo-Svizzero; uno dei bacini di accumulo del Ghiacciaio Baltoro (6700 m slm), sotto il Monte Gasherbrum I in Karakorum (Pakistan) ed il Ghiacciaio ChoYou, sull'omonima montagna (7000 mslm) nell' Himalaya (Nepal). Ovviamente presentano difficoltà logistiche e di lavoro differenti e verranno investigati a seguito di survey specifici.

#### ***3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici***

Nel primo anno è stato possibile effettuare un primo test di costruzione di un campo remoto su ghiacciaio al Colle del Lys, preliminare alle future attività di perforazione in Himalaya o Karakorum. Inoltre è stata verificata la possibilità di utilizzare pannelli solari per produzione di energia elettrica ad alta quota. Questa parte prevede di migliorare il sistema di accumulo dell'energia, attraverso nuovi sistemi di batterie ad alta efficienza.

### ***3.3 Attività di formazione***

Durante le attività al Colle del Lys sono stati ospitati due tecnici provenienti dal Nepal e dal Pakistan con lo scopo di addestrarli sugli aspetti tecnici e logistici delle perforazioni in ghiaccio. Questo ha permesso di costruire un iniziale gruppo di lavoro per le future attività nell'Himalaya e nel Karakorum.

In quest'ottica sono stati attivati 3 dottorati di ricerca presso il Dip di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e della Terra, dell'Università di Milano Bicocca, che svolgeranno attività di ricerca nei WP 1.3 e 2.3.

### ***3.4 Attività di disseminazione e divulgazione***

La perforazione al Colle del Lys è stata oggetto di forte attenzione mediatica che ha riportato un significativo risalto alle attività del progetto NextData.

### ***3.5 Partecipazione a conferenze***

Nessuna, salvo le riunioni legate al progetto.

## **4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento**

### ***4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)***

Definizione del layout di un campo su ghiacciaio per perforazioni in aree remote. Valutazione delle problematiche di perforazione in aree di alta montagna e test del sistema di alimentazione elettrica per sonde di perforazione.

Ricostruzione del log stratigrafico, profilo della densità e datazione preliminare di 32 m di carota di ghiaccio.

Definizione di altri possibili siti di perforazione nelle Alpi Europee, Karakorum, Himalaya.

### ***4.2 Pubblicazioni***

Nessuna pubblicazione scientifica.

### ***4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)***

Nessun modello previsto.

### ***4.4 Deliverables completati***

D1.4.1: Relazione sulla definizione delle attività in campo e sui siti di perforazione prescelti. Completata.

## **5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/deliverables previsti ed effettivamente realizzati**

Rispetto al Deliverable previsto per il primo semestre, che prevedeva la sola definizione delle attività di campo, è stata realizzata una missione di perforazione al Colle del Lys con archiviazione delle carote e alla verifica in campo degli aspetti

logistici, tecnici e gestionali dei carotaggi su ghiacciaio. Sono stati costruiti i record preliminari della densità e di datazione. Definiti alcuni siti di perforazione per le attività dei prossimi anni.

## **6. Attività previste per il periodo successivo**

Misure delle polveri fini minerali della carota di ghiaccio prelevata nel 2012; programmazione della prossima perforazione al Colle Gnifetti (Valle d'Aosta), programmazione di misure geofisiche sul Ghiacciaio Baltoro (Karakorum) e verifica delle possibilità logistiche per il ChoYou (Himalaya). E' prevista una fase di sviluppo tecnologico per ridurre l'impatto delle attività in ghiaccio sui ghiacciai di alta quota attraverso lo sviluppo di un sistema di produzione energetica con pannelli solari ad alta efficienza. Inoltre si intende sviluppare sistemi che permettano di effettuare misure direttamente sul ghiaccio, senza campionamento e senza fusione. In particolare sono due i settori di sviluppo: la misura di proprietà dielettriche del ghiaccio e la misura attraverso radiazione infrarossa. Si tratta quindi di ridurre al minimo il consumo di una risorsa che ci si propone di preservare, pur ottenendo da essa preziose informazioni.

### **WP 2.3 - Archivio dei dati delle carote di ghiaccio non polare e dati biologici di lunga conservazione**

#### **1. Attività prevista e risultati attesi (come indicato sul Piano Esecutivo, inclusi i milestones)**

Questo WP è dedicato alla costruzione e fruibilità degli archivi di dati di carote di ghiaccio e di dati biologici. Per quanto riguarda i dati di carote di ghiaccio, una prima attività di questo WP prevede l'allestimento di un WEB GIS dedicato all'archivio glaciale non polare. In questo ambito, sarà compiuto un approfondito lavoro di ricerca d'archivio e di letteratura scientifica per individuare tutti i siti non polari dove sono state estratte carote. Da questi saranno ricavati i metadati indispensabili per la caratterizzazione dei siti, in particolare quelli riguardanti le analisi e le elaborazioni effettuate. Sarà costruito un Geodatabase cartografico delle aree glaciali montane delle principali catene alpine (Himalaya, Ande, Alpi, ecc.), utilizzando principalmente immagini satellitari e aeree a varie definizioni. Il tutto confluirà in un WEB GIS aggiornabile, che interagirà strettamente con il portale GeoNetwork di SHARE, a supporto dell'archivio di base dei carotaggi non polari. Verrà applicato un sistema a supporto delle decisioni (Decision Support System, DSS) per analizzare tutti i parametri che porteranno alla scelta delle aree glacializzate (si dice glacializzate??) potenzialmente perforabili. Si analizzeranno, in questo ambito, aspetti glaciologici, di ricerca internazionale, politici e logistici. Si otterrà quindi la creazione di una banca dati delle perforazioni e dei dati acquisiti tramite sistemi radar. Tutti i dati saranno corredati di metadati compatibili con i principali standard europei e mondiali. Sarà quindi curata la pubblicazione di tutti i dati, cartografici e non su piattaforma web, e con applicazioni di webmapping. Una ulteriore attività, centrale per questo WP, prevede l'allestimento di un unico centro di conservazione (o meglio crioconservazione) dei campioni raccolti durante il progetto NextData (WP 1.4) che potranno diventare essi stessi Patrimonio dell'Umanità UNESCO. I campioni avranno le

informazioni di base ad essi correlate, fruibili on line grazie al WEB GIS, e potranno venire utilizzati dalla comunità scientifica per studi dedicati. Il centro per la crioconservazione potrebbe poi divenire un Museo del Ghiaccio e delle ricerche paleoclimatiche in montagna. Un diverso tipo di archivio riguarda la creazione di banche dei semi delle piante d'alta quota, spesso a rischio di estinzione. Un esempio è l'archivio dei semi della flora tipica del Parco Nazionale di Sagarmatha nell'area del Monte Everest. Questi archivi permetteranno di conservare le informazioni genetiche e, in molti casi, i semi vitali delle piante di ecosistemi d'alta quota e di verificare, mediante il confronto con i dati che saranno raccolti in futuro, l'effetto dei cambiamenti climatici e ambientali sulle comunità vegetali e sulla biodiversità.

Milestones:

M1 (PM12): Completamento dell'archivio dei dati e metadati di ghiacciai.

M2 (PM12): Inizio costruzione degli archivi fisici di carote di ghiaccio e dati biologici.

## **2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento**

D2.3.1: Archivio dei dati di ghiacciai perforabili; trasmissione dati al Portale Generale.

## **3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento**

### ***3.1 Attività di ricerca***

Nel primo anno di attività è stato eseguito un approfondito lavoro di ricerca d'archivio e di letteratura scientifica atto ad individuare tutti i siti non polari dove siano state estratte carote di ghiaccio. Per tale scopo è stato principalmente consultato il World Glacier Monitoring Service (WGMS) i cui dati sono stati scaricati e analizzati al fine di valutarne il contenuto semantico. L'archivio WGMS è stato suddiviso tenendo conto della posizione geografica del ghiacciaio e in base alla tipologie di analisi effettuate sulle carote estratte. Contemporaneamente si è iniziato a progettare ed organizzare l'archivio dei dati del gruppo di Glaciologia del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio di UNIMIB. Allo stesso modo è tuttora in corso l'integrazione dei dati suddetti con quelli riportati nella letteratura scientifica che non rientrano nelle altre due categorie. Dopo l'analisi ricognitiva dei dati, è iniziata la progettazione del database (DB) dedicato al progetto, e dei relativi Metadati. Dato che in NEXTDATA verranno costruiti DB anche per altre tipologie di dati, geometricamente sempre puntuali e quindi assimilabili tra loro (vedi WP 2.1 e WP 2.4) si è pensato che fosse opportuno operare su delle linee guida comuni sia dal punto di vista semantico sia da quello operativo, scegliendo, se possibile, software comuni. Pertanto sono state organizzate una serie di riunioni di gruppo e telematiche, con i componenti degli altri WPs allo scopo di progettare congiuntamente il database e di preparare uno schema concettuale per dati e metadati funzionale ad ogni WP e coerente con gli obiettivi di progetto. In tal modo tutte le operazioni di ricerca dati nel portale centrale NEXTDATA, nonché la consultazione da parte degli utenti finali, risulta essere certamente più agevole e coerente.

Per quanto riguarda i dati geometrici dei ghiacciai perforati si è deciso di utilizzare quelli messi a disposizione dal progetto GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space). I dati sono stati analizzati e sulla base delle informazioni raccolte è stato progettato un Geodatabase cartografico che diventerà lo strumento di visualizzazione cartografica disponibile attraverso il portale cartografico del DISAT UNIMIB. A tale

scopo è in corso il censimento delle immagini satellitari e di alcune fotografie aeree (soprattutto per l'arco alpino), che serviranno anche per effettuare le analisi dei ghiacciai potenzialmente perforabili.

### ***3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici***

L'attività di ricerca porterà alla creazione di un database per l'archiviazione dei dati delle carote glaciali che sarà messo a disposizione degli utenti tramite portale Internet. Si scelto con altri WP uno schema concettuale condiviso in modo da poter in futuro unire le banche dati in un unico portale.

### ***3.3 Attività di formazione***

Sono state attivate 3 borse di dottorato su argomenti specifici dei WP 1.4 e 2.3 che partiranno dal 1 gennaio 2013.

### ***3.4 Attività di disseminazione e divulgazione***

Al momento non sono ancora state effettuate questo tipo di attività.

### ***3.5 Partecipazione a conferenze***

Partecipazione a workshop tematici con gli altri WP 2.1, 2.4.

## **4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento**

### ***4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)***

È stato messo a punto il modello concettuale della banca dati che sarà successivamente messo in linea. Progettazione del DB.

### ***4.2 Pubblicazioni***

Nessuna.

### ***4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)***

Sono disponibili i dati prelevati dal WGMS in formato excel.

### ***4.4 Deliverables completati***

Preparazione archivio dei dati di ghiacciai perforabili.

## **5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/deliverables previsti ed effettivamente realizzati**

Il progetto prevedeva che alla fine del primo anno di attività avvenisse la trasmissione delle informazioni verso il Portale Generale. In relazione al ritardo nella firma della convenzione (settembre 2012) e al conseguente ritardo nell'acquisto dei server, i dati

saranno trasmessi al portale generale entro i primi sei mesi del secondo anno. Pertanto le attività riguardanti il censimento dei dati biologici di lunga conservazione (banca dei semi vegetali) di interesse per il progetto sono state rimandate al secondo anno.

## **6. Attività previste per il periodo successivo**

Nel secondo anno di attività si continuerà la ricerca e la raccolta di informazioni sulle perforazioni effettuate nei ghiacciai non polari e, dopo aver reso operativo il database WDB delle carote, inizierà l' inserimento dei dati e dei relativi metadati sul portale di Geonetwork. Inoltre verrà messo a punto il geodatabase cartografico dei ghiacciai mondiali, che utilizzando i dati del progetto GLIMS, sarà correlato con quello delle carote glaciali già perforate. Contemporaneamente partirà la raccolta di dati satellitari (immagini, DTM, ecc.) relativi ai ghiacciai delle principali catene montuose alpine e himalaiane, che andranno ad incrementare il GDB cartografico e saranno a disposizione per le analisi che porteranno alla creazione del DSS per l'identificazione dei ghiacciai perforabili. In particolare saranno valutate le immagini satellitari impiegate per la costruzione del database GLIMS, ovvero immagini acquisite con il sensore ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) LANDSAT TM e Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus. Oltre a questi dati saranno inoltre effettuate alcune elaborazioni impiegando immagini multitemporali MODIS ed in particolare saranno valutati prodotti relativi alla Temperatura superficiale ed al calcolo dell'albedo dei ghiacciai.

Per quanto riguarda i modelli digitali del terreno sarà inizialmente valutata la possibilità di impiegare modelli nazionali. Verrà inoltre archiviato il modello ricavato dalla missione SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) che rappresenta un dato omogeneo a scala globale con risoluzione geometrica pari a 30 m. A partire dai dati topografici saranno ricavati una serie di attributi primari relativi a pendenza e forma dei versanti, dimensione e forma planimetrica, energia del rilievo e convessità/concavità, che saranno integrati ai parametri derivati dalle immagini satellitari per ottenere informazioni relative alla perforabilità dei ghiacci.

Verrà iniziata la realizzazione del sito di conservazione delle carote di ghiaccio e del sito per i dati biologici, saranno definiti i laboratori di riferimento per il campionamento e le misure dei campioni stoccati e sarà condotto uno studio di fattibilità per la creazione di un Museo del Ghiaccio e delle ricerche paleoclimatiche in montagna.