

# *Il Cambiamento Climatico ed i suoi effetti sull'Acqua e sull'Agricoltura del Karakorum (Pakistan, Asia)*

Guglielmina Diolaiuti – Università degli Studi di  
Milano

per il team di progetto:



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



POLITECNICO  
DI MILANO



con la collaborazione di IREALP

**PROGETTO DI COOPERAZIONE INTERNAZIONALE  
VINCITORE DEL BANDO “EXPO’ DEI TERRITORI 2015”**

***“Effetti del cambiamento climatico sulla risorsa idrica  
derivante dalla fusione nivo-glaciale  
ed impatti sulle attività agricole in aree del Karakoram  
(Pakistan, Asia).  
Analisi delle evidenze attuali e formulazione di future  
strategie di adattamento”***



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO**



**POLITECNICO  
DI MILANO**

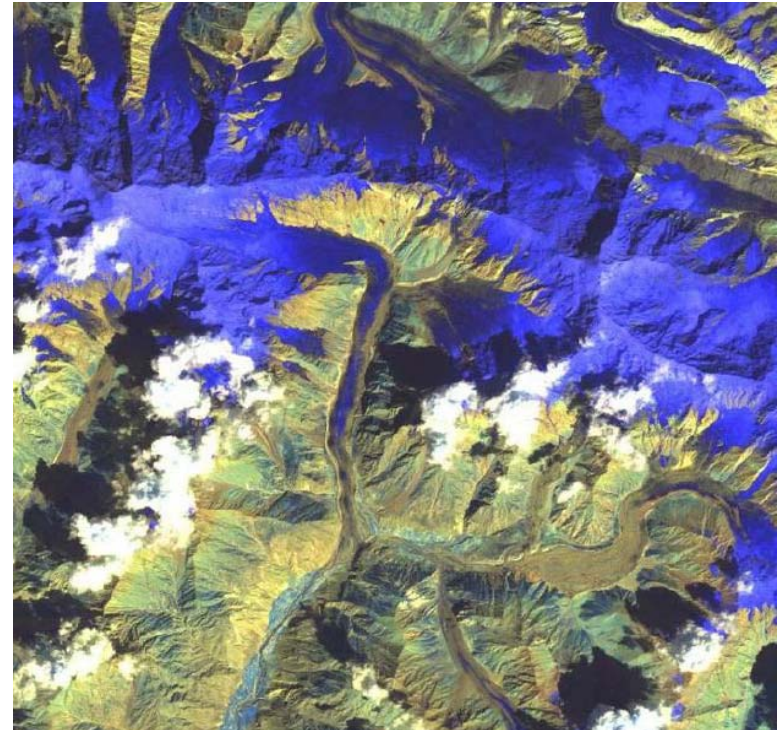


con la collaborazione di IREALP

# MOTIVAZIONI ALLA BASE DEL PROGETTO

***-territoriali e culturali***  
***-scientifiche***

Valle del Bagrot, Karakorum, Pakistan, Asia



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



POLITECNICO  
DI MILANO



con la collaborazione di IREALP

## MOTIVAZIONI ALLA BASE DEL PROGETTO

La scelta di presentare questo progetto di cooperazione internazionale alla valutazione “Expo’ 2015” è stata sostenuta sia dall’oggetto del programma di ricerca (**l’acqua, una risorsa fondamentale per la vita, l’agricoltura e l’alimentazione, temi prioritari di Expo’ 2015**) che dalle concrete possibilità, attraverso esso, di intensificare e rendere proficui i rapporti con il popolo pakistano e con un’area del Pakistan (il nascente Parco Nazionale del Karakorum Centrale) che potrebbe contribuire al suo sviluppo economico e culturale.

La scelta di collegare Milano e l’Expo’ che qui si terrà nel 2015 a questo settore dell’Asia, inoltre, non è casuale poiché **in quella regione i ricercatori lombardi (molti dei quali milanesi) hanno portato negli ultimi 70 anni ad un concreto progresso della conoscenza scientifica** e stanno attualmente operando nell’ambito di programmi di ricerca internazionali che potrebbero trovare completamento e perfezionamento grazie ad un sostegno Expo’ 2015.

Va anche segnalato che **la nascente Università del Karakorum (con sede a Gilgit), che permetterà la formazione di numerosi giovani pakistani e che quindi costituirà un concreto strumento di promozione sociale e culturale, sta sviluppandosi anche grazie al sostegno scientifico di docenti universitari milanesi e ricercatori Ev-K2-CNR lombardi** che, attraverso convenzioni non onerose, stanno trasferendo tecnologia e informazioni a docenti e studenti pakistani.



con la collaborazione di IREALP

## IL TEMA PORTANTE DEL PROGETTO

**La risorsa primaria è sicuramente l'acqua e in conseguenza del Cambiamento Climatico sono attese importanti variazioni nella sua distribuzione stagionale in tutte le aree montuose del pianeta. In Pakistan ed in particolare nell'area del Parco, le caratteristiche climatiche fanno sì che la componente idrica derivante dalla fusione nivo-glaciale sia fondamentale per assicurare acqua al fitto reticolo idrografico che alimenta i villaggi e le coltivazioni di media bassa quota. Variazioni nell'estensione di neve e ghiaccio e nella distribuzione ed intensità delle piogge avranno un pesante impatto sulle popolazioni del Parco, sui loro sistemi agricoli e sulla loro alimentazione.**

**Il progetto è pertanto finalizzato alla quantificazione dell'attuale entità e variabilità della risorsa idrica, per suggerire una migliore strategia di pianificazione agricola, e all'allestimento di proiezioni delle risorse idriche future, sulla base di diversi scenari di Cambiamento Climatico, per predisporre in base a queste, strategie di adattamento e di pianificazione agricola che consentano uno sviluppo sostenibile delle popolazioni del Parco.**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



POLITECNICO  
DI MILANO



con la collaborazione di IREALP

# LA PROPOSTA

**Un progetto di ricerca multidisciplinare, integrato, con possibilità di concrete ricadute sui territori, sulle popolazioni e sulla loro alimentazione in un'area del Pianeta "fragile" ed in via di sviluppo**

**Il progetto si propone di valutare l'evoluzione della disponibilità di risorsa idrica per il sistema Parco Nazionale del Karakoram Centrale (CKNP, Pakistan, Asia) con particolare attenzione alla macro-area della Valle del Bagrot, a monte di Gilgit, sede dell'Università del Karakorum. Il programma vuole inoltre portare all'allestimento di scenari verosimili di disponibilità idrica, in relazione alle evoluzioni climatiche in atto, così da fornire un utile strumento di supporto alle decisioni. Si proporranno infine, sulla base degli scenari proposti, strategie di adattamento e di pianificazione agricola**

**Il progetto si struttura su un arco temporale di 36 mesi e prevede la collaborazione tra ricercatori lombardi (consorzio UNIMI - Ev-K2-CNR – POLIMI - UNIMIB) afferenti alle scienze (geologiche, agronomiche, naturalistiche ed ambientali) ed all'ingegneria (idrologia), tra enti territoriali lombardi (IREALP) nonché il coinvolgimento di tecnici e ricercatori pakistani per il trasferimento del know-how metodologico e tecnologico e per un fondamentale scambio di idee.**



con la collaborazione di IREALP

## LE FASI OPERATIVE

**Recupero delle basi di dati** geo-climatologi esistenti, inclusive della geologia ed uso del suolo, e delle serie storiche termo-pluviometriche, nivometriche, glaciologiche ed idrometriche, per una finestra temporale il più ampia possibile. **Verranno studiati, con tecniche GIS, i principali cambiamenti relativi ai sistemi colturali** in termini di specie coltivate, numero di cv presenti in passato e nel presente, le tecniche colturali in atto e le strategie fino ad ora messe a punto adatte ad affrontare stati di stress climatico. Sarà anche effettuata una **indagine** mirata a caratterizzare l'**agrobiodiversità** e alla **possibilità di recuperare varietà tradizionali nelle differenti aree**. Per questa ragione sarà necessario mettersi in contatto con i centri di ricerca locali, con le associazioni degli agricoltori e con gli agricoltori stessi. Verranno recuperati alcuni piani tematici relativi alle caratteristiche dei terreni coltivati, relativi alle principali caratteristiche agroclimatiche e relativi alla distribuzione delle colture

Verranno svolti **rilievi diretti** per acquisire dati criosferici, idrologici, meteo-climatici, agronomici, microfaunistici nell'area di indagine. I dati serviranno per la calibrazione e la validazione di modelli glaciologici e idrologici distribuiti e di evoluzione dell'area. Si valuterà anche l'influenza delle deposizioni atmosferiche antropiche (black carbon) e naturali (deposizione di polveri desertiche) sulla riduzione della criosfera nell'area di studio.

**I rilievi diretti verranno svolti sia da ricercatori italiani che da colleghi e tecnici pakistani sia in co-presenza (ovvero rilievi svolti insieme in territorio pakistano) che in autonomia.** Nel secondo caso i rilievi saranno condotti dai soli tecnici pakistani dopo aver seguito di **corsi di formazione** tenuti nell'ambito del presente progetto **sia in Pakistan sia in Lombardia**; nel caso della nostra regione **verranno scelte aree campione con analogie morfologiche e/o climatiche quali le terrazze alpine (Valtellina) e le aree glaciali e periglaciali**. In questo modo si garantirà **l'efficace trasmissione del know-how** (fondamentale in un progetto di cooperazione) e la **futura autonomia dei tecnici e ricercatori** locali che dovranno gestire la manutenzione della strumentazione permanente (centraline meteo, idrometri) installata grazie al presente progetto.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



POLITECNICO  
DI MILANO



con la collaborazione di IREALP

## LE FASI OPERATIVE

- Con particolare interesse alla componente glaciologica e nivale, di grande rilievo per il bilancio idrico dell'area investigata e per l'intero Parco, si procederà inoltre **all'analisi della serie di immagini satellitari e da telerilevamento** disponibili per l'area in esame in parte già reperite dai ricercatori, atte a determinare e distinguere la copertura nivale e l'area occupata dai ghiacciai. Le serie così ritrovate saranno utilizzate per descrivere la disponibilità e la distribuzione spaziale e temporale della risorsa idrica nel territorio, tramite indici climatici ed idrologici di sintesi.
- Le serie storiche acquisite saranno anche utilizzate in un'ottica di cambio climatico, anche relativamente alle serie disponibili per un'area più estesa. Tramite uno **studio delle anomalie rispetto a valori di lungo periodo**, si tenterà di valutare la presenza di tendenze significative nella serie di precipitazione. Sulla base di studi già condotti in fase preliminare si valuterà in maniera quantitativa l'evoluzione temporale della copertura glaciale.



con la collaborazione di IREALP

## LE FASI OPERATIVE

- Si svilupperà poi un **modello idrologico integrato, atto a valutare la risposta dell'area studiata alla sollecitazione meteo-climatica**. Utilizzando le serie di precipitazione, di temperatura ed idrometriche di lungo periodo, si svilupperà un modello idrologico, che simuli l'andamento temporale della risorsa idrica. Appositi moduli saranno sviluppati per suddividere il deflusso nelle sue componenti dirette e ritardate, ossia da precipitazione e da fusione nivoglaciale.
- Si valuteranno gli **andamenti climatici forniti dai modelli di circolazione globale, GCM**, sviluppati nell'ambito di ipotetici scenari di cambiamento climatico, e si valuteranno quelli più affini all'area in esame. Poiché gli scenari forniti dagli GCM si riferiscono a scale grossolane, si condurrà una procedura di disaggregazione, atta a riportare tali scenari ad una scala spazio-temporale più fine, compatibile con quella di interesse idrologico per l'area in esame. Tali andamenti climatici saranno utilizzati come input per il modello idrologico, che fornirà simulazioni del ciclo idrologico nel lungo periodo.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



POLITECNICO  
DI MILANO



con la collaborazione di IREALP

## LE FASI OPERATIVE

- Utilizzando il modello così sviluppato, si produrranno degli **scenari di evoluzione della risorsa idrica per il prossimo futuro (approssimativamente fino al 2050, nell'ipotesi più ragionevole di scenario 2 x CO<sub>2</sub>)**. Tali scenari permetteranno di **quantificare la sensibilità climatica dell'area in termini di risorsa idrica e di evidenziare eventuali situazioni di criticità**.
- Si analizzeranno poi i risultati delle simulazioni di scenario e si tenderà di proporre delle **strategie di adattamento alla mutate condizioni climatico-idrologiche, sulla base di un approccio all'uso multiplo delle risorse idriche**. Si studierà la letteratura disponibile riguardo l'impatto delle modifiche al ciclo dell'acqua sugli usi della stessa, in particolare per l'area in esame, civile ed agricolo (p.es. Rees et al., 2006) ed alle relative strategie di adattamento e di pianificazione agricola. Quindi **si svilupperà un approccio ragionato atto a presentare una possibile gamma di strategie di adattamento** (p.es. gestione dell'acqua modificata, piani assicurativi per il rischio piena, pianificazione agricola, strategie colturali differenti, etc.). Si produrrà poi un tentativo preliminare di applicazione di diverse strategie di adattamento e si valuteranno tramite simulazione gli effetti di lungo periodo nei bacini studiati.



con la collaborazione di IREALP

# I RISULTATI PER IL PAKISTAN

- **I risultati ottenuti attraverso il progetto qui presentato presenteranno un'elevata replicabilità spaziale e temporale.**

Per quanto riguarda la **replicabilità spaziale**, le **metodologie ed i protocolli di ricerca** introdotti, che saranno condivisi e trasferiti a colleghi pakistani dell'Università di Gilgit, **permetteranno di condurre ricerche analoghe in altre aree sensibili** del Karakoram dove la variabilità glacio-nivale costituisce il principale fattore nel determinare la disponibilità stagionale della risorsa idrica.

**A livello temporale** il progetto **persisterà nel territorio e non porterà solo alla valutazione delle coltivazioni ottimali rispetto alla risorsa idrica ma porrà anche le basi per un sistema di monitoraggio idro-meteorologico sistematico e permanente** attraverso la strumentazione (teleidrometri e stazioni meteorologiche) che verrà permanentemente installata nell'area di indagine. La manutenzione della stessa sarà affidata all'Università di Gilgit (consorzata con l'Italia) e a personale locale appositamente formato nell'ambito del progetto.



con la collaborazione di IREALP

# I RISULTATI PER IL PAKISTAN

**1. Allestimento di un data base regionale** relativo alla criosfera ed al clima ed alla loro evoluzione nelle aree investigate. La banca dati costituirà la fondamentale base di partenza per le successive elaborazioni modellistiche e per l'allestimento di solide proiezioni future e resterà a disposizione dei ricercatori che in futuro proseguiranno le ricerche in queste aree (grazie anche alle collaborazioni avviate dai ricercatori con istituzioni locali pakistane)

**2. Valutazione delle tendenze in atto** (sia criosferiche che climatiche). Si valuteranno inoltre le tendenze future con opportune proiezioni dai modelli climatici globali e i potenziali effetti sul ciclo idrologico delle aree investigate.

**3. Proiezione della futura disponibilità e distribuzione della risorsa idrica** da fusione nivo-glaciale in funzione di diversi scenari di cambio climatico (verrà modellata la risorsa criosferica e quindi quella idrica da essa derivante attese nel prossimo futuro **(fino al 2100)**).



con la collaborazione di IREALP

# I RISULTATI PER IL PAKISTAN

**4. Proposta di scenari alternativi per la gestione della risorsa idrica e di strategie di pianificazione agricola.** Sulla base dei risultati ottenuti per le aree di indagine verranno proposte diverse strategie di adattamento in funzione delle modificazioni attese, per il periodo analizzato, della risorsa idrica (e.g.: variazioni nella gestione della risorsa idrica, piani di sicurezza ed assicurativi per la gestione delle piene, modifica nella gestione degli invasi e dei bacini), si proporranno inoltre pianificazioni agricole e colturali.

**5.** Le strategie di pianificazione agricola e colturale potrebbero **prevedere percorsi di valorizzazione e tutela di prodotti locali** sulla scorta di quanto fatto in Valtellina per alcuni prodotti gastronomici, in questo caso un accompagnamento al percorso di certificazione potrebbe avvenire grazie a partner locali lombardi (IREALP) esperti in questo settore



con la collaborazione di IREALP

# LE RICADUTE PROGETTUALI PER EXPO' 2015, PER MILANO E PER LA LOMBARDIA

K2 2004

giacciaio dei Forni: dal  
2005 ad oggi

Le ricerche e le attività svolte, infatti, non produrranno solo concreti risultati in Pakistan dove la pianificazione idrica ed agricola è indispensabile, ma permetteranno anche ai ricercatori lombardi di conseguire risultati scientifici di alta qualità (che verranno pubblicati su riviste di settore ad alto impatto e divulgati in workshop e congressi internazionali) e costituiranno una preziosa occasione di verifica e test per la strumentazione scientifica (stazioni meteorologiche, idrologiche e strumentazione topografica).

Strumenti ed apparecchi dovranno infatti venire utilizzati in alta ed altissima quota (e molti vi dovranno poi rimanere a termine del progetto come dotazione per il Pakistan) e saranno così sottoposti a test di funzionalità in condizioni rigide ed estreme. Questo comporterà la ricerca di soluzioni e strategie che non solo permetteranno la ricerca in Pakistan ma che potranno poi venire utilmente applicate anche sulle Alpi ad alta ed altissima quota.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



POLITECNICO  
DI MILANO



con la collaborazione di IREALP

# LE RICADUTE PROGETTUALI PER EXPO' 2015, PER MILANO E PER LA LOMBARDIA

**Altro importante risultato sarà costituito dal fatto che la nostra regione che non solo condurrà queste ricerche in Pakistan ma ospiterà anche, nell'ambito del progetto, per un periodo almeno trimestrale colleghi Pakistani (sia ricercatori che tecnici) per formarli praticamente su metodi e tecniche che dovranno applicare una volta rientrati nel loro paese.**

**Il "Laboratorio" e la "Palestra" per questa formazione saranno rappresentati proprio dalle montagne lombarde dove sono presenti analoghi morfologici (coltivazioni terrazzate, ad esempio in Valtellina) e grandi ghiacciai (Gruppi dei Forni, Bernina, Adamello) dove vi sarà spazio per apprendere protocolli di lavoro e metodologie da riportare poi in Pakistan.**

**I laboratori a cielo aperto utilizzati per il progetto potranno poi divenire luoghi visitati (in modo organizzato) durante Expo' 2015 con ulteriore ritorno per la nostra regione come promozione turistica.**



con la collaborazione di IREALP

# A CHE PUNTO SIAMO?

1. E' STATA SVOLTA UNA PRIMA CAMPAGNA NELLA VALLE DEL BAGROT NEL LUGLIO 2008

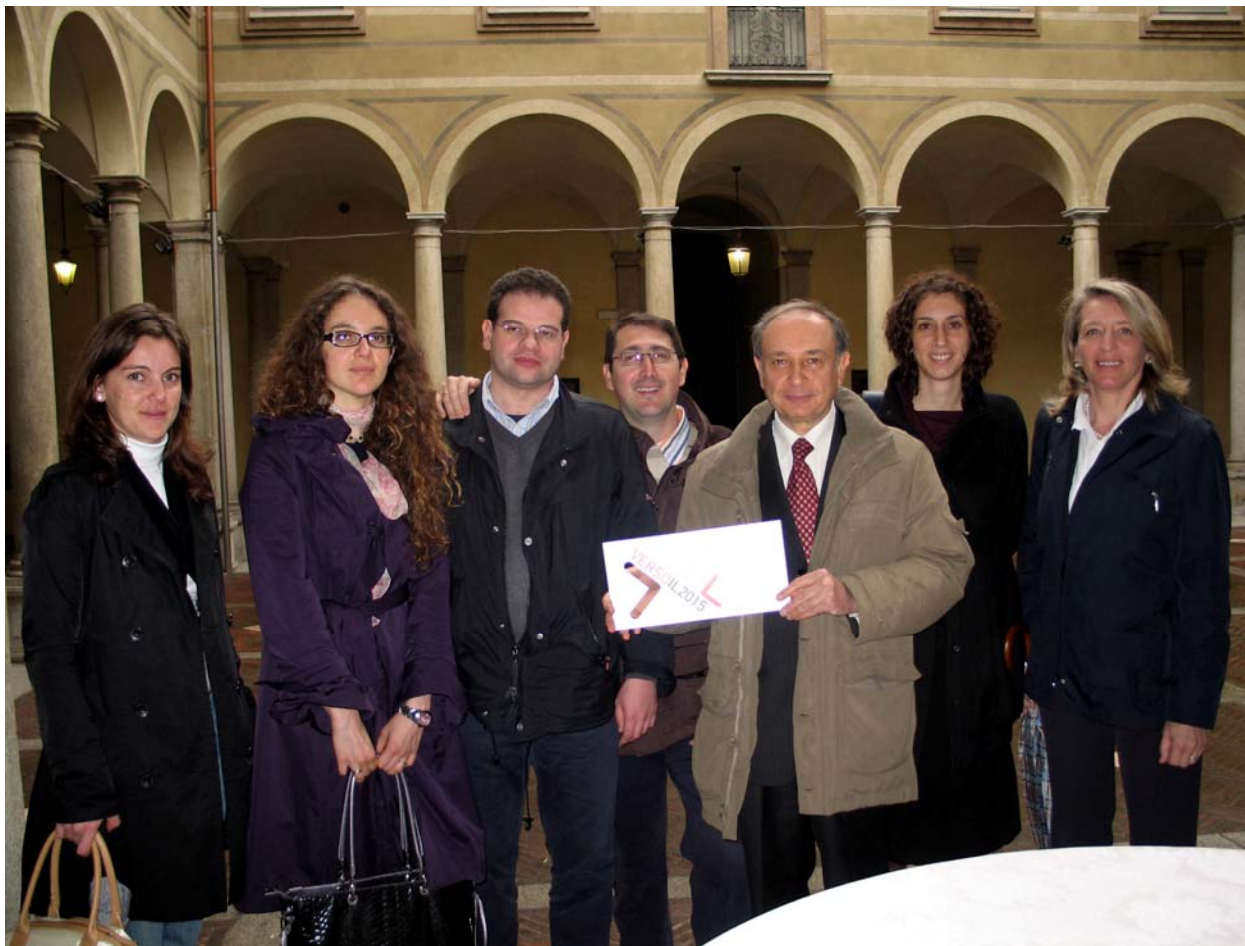


2. SONO AVVIATI CONTATTI FORMALI CON L'UNIVERSITA' DEL KARAKORUM (GILGIT) E CON IL NASCENTE PNKC



con la collaborazione di IREALP

**3. IL PROGETTO E' RISULTATO VINCITORE DEL BANDO "EXPO'DEI TERRITORI 2015" E NELL'ELENCO DEI MIGLIORI PROGETTI PREMIATI**



**4. I RICERCATORI DEL CONSORZIO STANNO RICERCANDO (ANCHE CON LA COLLABORAZIONE DI MILANOMETROPOLI) SOSTENITORI, PARTNER TERRITORIALI E TECNOLOGICI**



con la collaborazione di IREALP

## IL CONSORZIO

In ordine alfabetico per ente

Carlo D'Agata, Guglielmina Adele Diolaiuti, Valentina Garavaglia, Claudia Mihalcea, Manuela Pelfini, Claudio Smiraglia



Daniele Bignami, Daniele Bocchiola, Elena Ficara, Renzo Rosso, Maria Cristina Rulli Sabrina Saponaro



Paolo Cristofanelli, Agostino da Polenza, Rocco Duchi Licia Guzzella, Paolo Laj, Andrea Lami, Angela Marinoni, Franco Salerno, Gianni Tartari, Elisa Vuillermoz



Roberto Ambrosini, Andrea Franzetti

