

## Punto 1: Acqua Bianca

Il territorio del Parco Naturale Alta Valsesia risulta caratterizzato da una morfologia di tipo glaciale.

Lo scopo del Sentiero Glaciologico è quello di spiegare l'evoluzione di un ghiacciaio tramite l'osservazione delle forme di erosione e di accumulo dovute alla sua azione modellatrice e mediante la visione diretta delle masse glaciali ancora presenti.

Le testimonianze lasciate dai ghiacciai durante le loro fasi di espansione e di ritiro vengono evidenziate lungo il sentiero da appositi cartelli; ogni punto di osservazione o di particolare interesse è stato numerato e riportato sulla carta topografica.

### **CAMBIAMENTI CLIMATICI DEL PASSATO**

La terra ha un'età di 4,6 miliardi di anni. Durante la sua lunga storia essa ha avuto climi molto diversi da quello attuale e lunghi periodi freddi si sono intervallati a periodi caldi.

L'era geologica maggiormente interessata dalle glaciazioni (nelle nostre regioni) è stata quella quaternaria; in particolare, il periodo geologico denominato Pleistocene è stato caratterizzato da una tendenza verso il raffreddamento del clima. Nell'ultimo milione di anni, infatti, si sono verificati quattro periodi glaciali, denominati dal più antico: GUNZ - MINDELL - RISS - WURM.

Durante questa fase le masse ghiacciate arrivarono ad occupare 45 milioni di Km<sup>2</sup>, 1/3 della superficie complessiva di tutti i continenti .

Dai grandi massicci alpini colarono verso le pianure enormi lingue di ghiaccio, che non si fusero in un'unica calotta, ma modellarono profondamente il territorio attraversato: le vallate erose dalle masse glaciali in movimento, si fecero più larghe e profonde; i materiali detritici, strappati ai fianchi delle montagne e trasportati a valle dai ghiacciai, si accumularono ai margini delle pianure, dando origine a imponenti depositi morenici.

A partire dalla fine dell'ultima espansione, ossia 14.000 anni fa, i ghiacciai cominciarono a ritirarsi fino ad assumere l'assetto attuale.

In questo lasso di tempo si ebbero diverse oscillazioni climatiche: la temperatura si innalzò gradualmente fino a raggiungere l'optimum climatico, tra gli 8.000 e i 7.000 anni fa, durante il quale i ghiacciai dovevano essere più ridotti di quelli attuali; a quella fase di riscaldamento seguì un'espansione glaciale verificatasi tra i 5.300 e i 2.800 anni fa.

L'ultima grande avanzata dei ghiacciai si ebbe a partire dal 1350 fino al 1850 d.c.: e' stata la più grande espansione dell'Olocene (iniziato nel 8.300 a.c. ) e viene definita "Piccola Età Glaciale".

## Punto 2: Caldaie del Sesia e Ponte delle Pile

### **FORRE E CASCATE**

L'erosione glaciale crea una morfologia dominata dall'alternanza di ripiani e gradinate, dovuta al modo di scavare del ghiacciaio che tende ad aumentare ed esaltare il dislivello dei salti già esistenti.

I ripiani posti a quote differenti vengono raccordati, in genere, da spettacolari cascate che possono raggiungere altezze di centinaia di metri.

I gradoni, già incisi in un primo tempo dai corsi d'acqua subglaciali (che scorrono in pressione alla base del ghiacciaio e che possiedono quindi un'elevata capacità erosiva), vengono ulteriormente incisi, dopo la deglaciazione, dai corsi d'acqua di superficie e a seconda della compattezza e della resistenza della roccia si formano gole più o meno profonde.

## Punto 3: Alpe Pile

### **ABRASIONE ED EROSIONE GLACIALE**

Un ghiacciaio non è una massa stabile ancorata al terreno sul quale si trova, ma al contrario è una massa plastica che fluisce lentamente verso valle, per effetto della gravità terrestre, intaccando e frammentando il letto roccioso sul quale scorre.

La sua azione abrasiva viene spesso paragonata a quella di una carta vetrata che sfrega a lungo e con forza su una superficie compatta.

## **ROCCE MONTONATE**

Sono uno dei più comuni indicatori della presenza di un ghiacciaio in un'area attualmente deglaciata.

Si presentano come dossi rocciosi arrotondati con dimensioni da 1m. ad alcune centinaia di metri, allungati secondo la direzione di flusso del ghiacciaio.

Il loro profilo longitudinale (vedi disegno) è arrotondato verso monte, mentre verso valle si presenta più ripido e con la superficie frammentata.

Nella fotografia sono presenti i solchi d'erosione lasciati dai frammenti di roccia trasportati dal ghiacciaio e compressi sotto la sua enorme massa.

## **MARMITTE GLACIALI**

Sono forme di erosione dal caratteristico aspetto rotondeggiante e pareti levigate, scavate nella roccia su cui il ghiacciaio scorreva.

Durante la stagione calda parte del ghiaccio fonde e forma i torrenti epiglaciali che scorrono sulla superficie del ghiacciaio fino a quando incontrano un crepaccio nel quale precipitano.

L'acqua si raccoglie allora in torrenti subglaciali, che possono scorrere in pressione tra ghiaccio e roccia, come se fossero in condotte forzate

Nel punto in cui si formano violenti vortici, i detriti trasportati dai corsi d'acqua subglaciali erodono la roccia sottostante secondo un movimento circolatorio e scavano in pochi anni marmitte di grandi dimensioni.

Punto 4: Alpe Pile

## **I GHIACCIAI VALSESIANI**

L'orografia scoscesa della testata della Valsesia, dovuta principalmente alla natura gneissica del substrato roccioso, la mancanza di ampie aree di alimentazione dei ghiacciai a quote superiori ai 3000 m. e l'esposizione a sud del versante meridionale del Monte Rosa, rendono relativamente poco sviluppato il glacialismo di questa valle, nonostante i 4554 m. di quota massima del bacino.

Il limite delle nevi permanenti risulta influenzato, oltre che da questi fattori, anche dall'entità delle precipitazioni. E' infatti l'apporto di nuova neve che determina la continua alimentazione dei ghiacciai.

Lo studio dei ghiacciai non riveste solo un interesse scientifico, ma anche pratico; le masse ghiacciate, infatti, rappresentano una grande riserva di acqua potabile e costituiscono un efficace sistema di regolazione delle portate di acqua estive, influenzando l'equilibrio idrogeologico dell'intero bacino.

La distribuzione mensile della neve fresca ad Alagna Valsesia, da dati raccolti tra il 1932 e il 1989, mette in luce la dipendenza con il regime termico, essendo infatti il massimo in gennaio, in concomitanza con le temperature più basse.

L'evoluzione nel tempo dei totali pluviometrici annui di Alagna mostra un'apparente ciclicità ventennale.

Punto 5: Ponte sul Torrente Bors

## **EROSIONE GLACIALE A GRANDE SCALA**

Durante i lunghi periodi freddi, le valli precedentemente incise dai fiumi vengono invase dai ghiacciai, che le rimodellano rettificandone la morfologia. Esse diventano più ampie e rettilinee,

venendo adeguate all'esigenza di trasportare il maggior volume di ghiaccio. La sezione trasversale di una valle glaciale presenta il tipico profilo a U.

Il substrato roccioso che ospita il ghiacciaio si presenta sempre estremamente frantumato per la continua azione di "gelo e disgelo" sull'acqua di infiltrazione.

Quando questa, gelando, aumenta di volume, esercita una continua pressione all'interno della fratture, isolando così blocchi rocciosi anche di notevoli dimensioni.

## **VALLE SOSPESA**

Il ghiacciaio principale possiede una maggiore capacità erosiva rispetto ai ghiacciai tributari, costituiti da colate di minor spessore. Tutto ciò va ad influire sui piani di erosione che vengono a trovarsi a livelli differenti; il fondovalle di un ghiacciaio tributario, infatti, risulta sopraelevato rispetto a quello della valle principale.

Durante la fase di ritiro il ghiacciaio lascia a quote più elevate gli sbocchi delle valli tributarie che diventano "VALLI SOSPESSE". Esse si raccordano alla valle principale mediante un salto roccioso percorso, in genere, da una cascata.

Punto 6: Alpe Bors

## **CIRCO GLACIALE**

Uno degli elementi più comuni del paesaggio glacializzato è il cosiddetto "CIRCO". Esso viene definito come un largo avvallamento dal fondo piatto e poco inclinato, circondato da pareti verticali; verso valle, prima del ripido gradino che lo raccorda alla valle principale, il circo presenta spesso una contropendenza di rocce montonate o un deposito morenico che può determinare la formazione di un piccolo lago.

## **BACINO GLACIOLACUSTRE**

Durante la fase tardi-glaciale (avvenuta circa 12.000 anni fa) il ghiacciaio principale depositò un ampio cordone morenico laterale sbarrando il vallone di Bors. Questo deposito morenico è ancora parzialmente conservato tra l'Alpe Fondecce e l'Alpe Bors e testimonia quanto fosse esteso il ghiacciaio a quei tempi.

In seguito al cambiamento delle condizioni climatiche, la lingua glaciale di Bors si ridusse ad un ghiacciaio di circo dalla cui fusione si originò un bacino lacustre.

Mentre il fondo del lago si copriva di depositi, il torrente emissario erodeva il cordone morenico fino a sfondarlo, causando un rapido svuotamento del bacino.

Punto 7: Morena di Fondecce

## **FORME DI DEPOSITO**

Alle fronti e sui margini dei ghiacciai, dove le temperature elevate provocano il passaggio dell'acqua dallo stato solido a quello liquido, tornano alla luce e vengono depositati tutti quei materiali che il ghiacciaio aveva strappato al fondo roccioso nelle regioni più elevate (detriti di origine sublaciale o endoglaciale) o che altri fenomeni, come frane e valanghe, hanno depositato sulla sua superficie.

L'insieme dei materiali depositati da un ghiacciaio prende il nome di MORENA.

Caratteristiche dei depositi morenici:

- mancanza di selezione per quanto riguarda le dimensioni dei frammenti rocciosi che li compongono (a differenza di quanto avviene con altri agenti di trasporto, quali, ad esempio, acqua e vento); essi infatti variano da massi di grandi dimensioni a sabbie e argille
- non presentano stratificazione, ma mescolanza caotica dei componenti
- composizione litologica molto varia: possono essere presenti tipi di rocce provenienti da aree molto lontane
- i ciottoli possono essere spigolosi oppure striati

- spesso i ciottoli di forma allungata si dispongono secondo una direzione prevalente

I depositi morenici vengono classificati in base alla loro posizione rispetto al ghiacciaio e in base alla loro base alla loro fase di attività.

Vengono così distinte morene laterali, frontali, mediane, mobili, ecc..

### **MORENE LATERALI**

Sono cordoni detritici localizzati sui fianchi delle vallate o ai margini dei ghiacciai attuali; presentano un profilo trasversale asimmetrico col fianco interno più ripido di quello esterno.

Tali depositi vengono creati durante una fase di espansione glaciale e le loro dimensioni sono tanto maggiori quanto più intensa è stata la fase positiva.

### **MORENE FRONTALI**

Sono cordoni detritici con andamento a semicerchio che disegnano nettamente il profilo della fronte nella fase di massima espansione. Esse sono formate dal materiale che i ghiacciai hanno spinto davanti a sé lungo la fronte, con un'azione che si può paragonare a quella di un bulldozer. Sono molto interessanti dal punto di vista scientifico in quanto permettono di ricostruire l'esatta estensione di un ghiacciaio.

L'intensa azione erosiva dei torrenti glaciali le frammenta in tronconi isolati.

### **LICHENOMETRIA**

È lo studio del tallo dei licheni che si sviluppano in una data area a partire dalla sua deglaciazione.

Dato che l'accrescimento di un lichene avviene principalmente in funzione del tempo (anche se è influenzato da altri fattori quali: esposizione, altitudine, litologia del substrato ecc.) vi è una netta relazione tra le dimensioni di ogni tallo lichenico e la sua età.

Misurando il diametro dei licheni e conoscendo il tempo di accrescimento di una data zona si possono stabilire le età dei depositi morenici e delle superfici di erosione glaciale.

Punto 8: Alpe Fondecco

### **FORMAZIONE DEL GHIACCIO**

Parte della neve che cade durante la stagione fredda si mantiene al suolo anche nei mesi estivi ed è ricoperta dalle nuove nevicate l'anno successivo.

Il limite al di sopra del quale la neve non fonde viene chiamato "limite delle nevi persistenti"; esso varia a seconda dell'altitudine, della latitudine e dell'esposizione al sole.

Dal momento in cui la neve cade al suolo o si deposita sul ghiacciaio, inizia la sua graduale trasformazione, che consiste essenzialmente in una variazione di forma e riduzione dei vuoti tra i cristalli (per la compressione dovuta al peso della neve soprastante) e aumento delle dimensioni dei cristalli stessi (per processi di fusione parziale e risolidificazione).

L'insieme di queste trasformazioni viene definito METAMORFISMO.

Col passare del tempo la neve fresca, contenente circa il 90% di aria, si trasforma prima in neve granulosa, poi in firn (dopo circa un anno) ed infine in ghiaccio, perdendo gran parte dell'aria contenuta.

### **IL GHIACCIAIO**

Un ghiacciaio può essere definito come una massa di ghiaccio, dotata di movimento, derivante dal metamorfismo della neve.

In un ghiacciaio vengono distinte due zone: il bacino collettore e il bacino ablatore.

## **BACINO COLLETTORE**

Situato al di sopra del limite delle nevi persistenti, rappresenta la zona di alimentazione del ghiacciaio, dove la neve e le valanghe si accumulano per quasi tutto l'anno.

Il ghiaccio del bacino collettore è tagliato da pochi crepacci, di solito è bianco perché coperto da nevi e privo di morena superficiale.

## **BACINO ABLATORE**

Situato al di sotto del limite delle nevi persistenti, è la continuazione a valle del bacino collettore.

È così chiamato perché in esso prevale l'ablazione, ossia l'insieme di quei processi attraverso i quali neve e ghiaccio vengono allontanati dal corpo del ghiacciaio; fusione, sublimazione e crollo di settori di ghiaccio riducono quindi la massa del ghiacciaio.

In estate il bacino ablatore ha un colore verde-grigio ed è intersecato da numerosi crepacci; è inoltre coperto da detrito morenico che aumenta l'ablazione del ghiaccio sottostante per assorbimento di energia termica.

Unendo le quote alle quali la quantità di neve accumulata è uguale a quella asportata, si ottiene la LINEA DI EQUILIBRIO; essa divide il bacino collettore da quello ablatore.

## **DINAMICA DI UN GHIACCIAIO**

Il ghiaccio accumulato in spessori di centinaia di metri e sottoposto a enormi pressioni, si comporta come una massa semi-plastica e fluisce lentamente verso valle per effetto della gravità.

La velocità e la dinamica con cui i ghiacciai si muovono, dipendono da diversi fattori quali: pendenza del substrato roccioso, spessore del ghiaccio e temperatura.

Nell'ambito di una stessa porzione di ghiacciaio la velocità varia inoltre con la distanza dalla superficie e dal letto roccioso, per effetto dell'attrito e della pressione.

## **CREPACCI E SERACCHI**

I crepacci sono fratture dello strato superficiale dei ghiacciai, prodotte dalle tensioni derivanti dal movimento.

Essi si sviluppano in coincidenza di asperità del substrato roccioso o di cambiamenti di pendenza.

L'intersezione di più crepacci causa l'isolamento di una serie di blocchi di ghiaccio (alti anche più di 10 metri) detti seracchi.

Siete così giunti al termine del Sentiero Glaciologico. Tornando a valle vi invitiamo ad osservare, solo con i vostri occhi, quello che vi è stato illustrato nei tabelloni.

Lungo il percorso avete camminato su depositi morenici, risalito la soglia di valli sospese, incontrato circhi glaciali, forre marmitte e rocce montonate.

Guardatevi attorno e scoprirete che i ghiacciai hanno lasciato, più o meno ovunque, i segni inconfondibili del loro passaggio.