

PROGETTO ENERGIA

L'Energia Idroelettrica nel VCO



SMS Ranzoni sede ospedaliera di Piancavallo

*Accendere le
casse*

*La provincia del VCO è sicuramente una terra di **acque** e di **montagne**.*

Situata all'estremo nord del Piemonte è allungata tra i laghi prealpini e le Alpi Pennine e Lepontine.

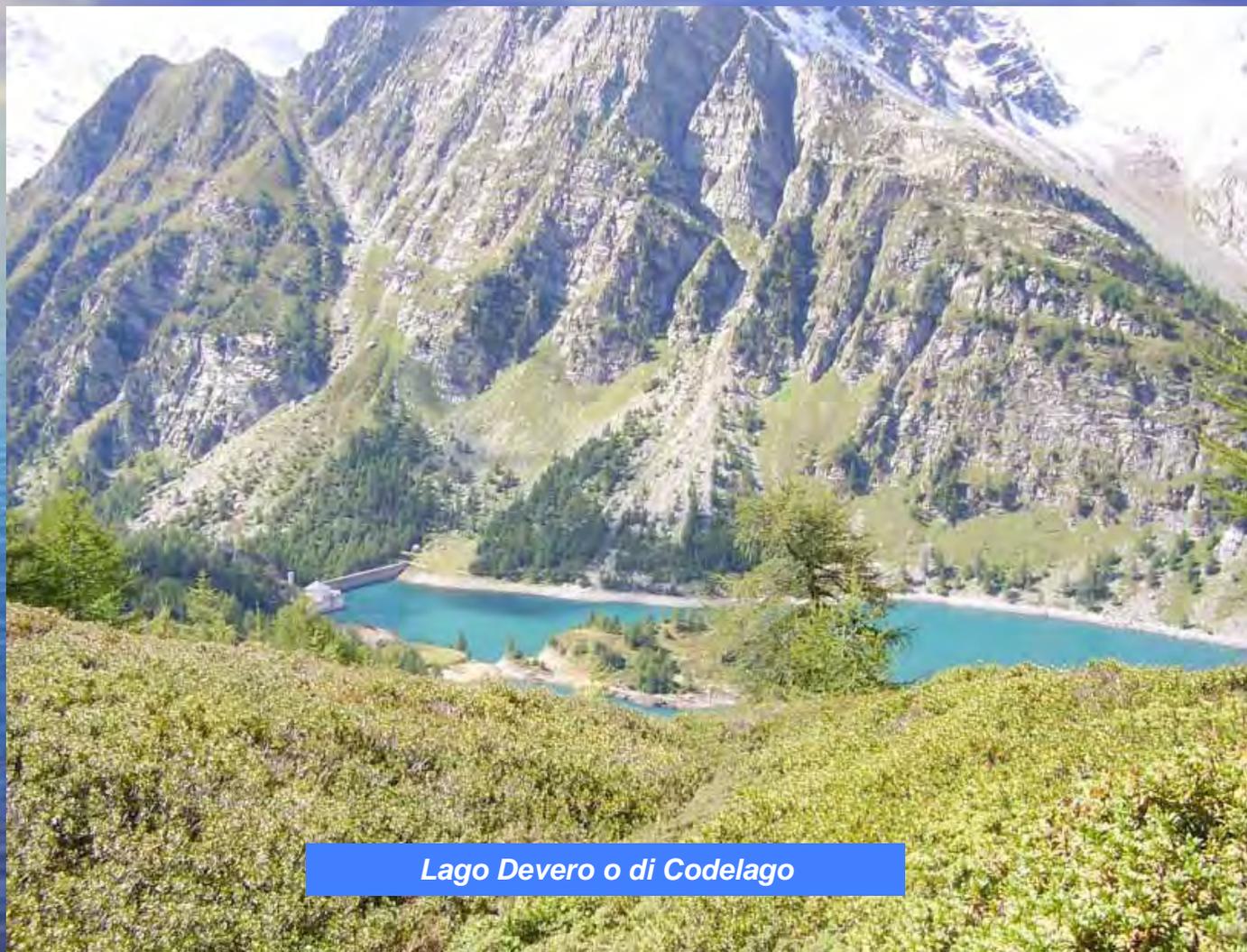
Sul suo territorio ci sono moltissimi laghi alpini, alcuni ben identificabili, altri di difficile identificazione per le piccole dimensioni. Quasi tutti sono caratterizzati dalla quota elevata e da difficili condizioni ambientali.



Alcuni laghi hanno una elevata superficie nel momento del disgelo ma sono quasi asciutti al termine della stagione estiva. Ci sono anche pozze d'acqua di dimensioni modeste, che tuttavia si mantengono per tutta l'estate.

I laghi di maggiori dimensioni sono tutti bacini artificiali, quasi tutti costruiti all'inizio del Novecento durante quella che si chiama "la colonizzazione" idroelettrica dell'Ossola, che ha rappresentato la maggiore trasformazione storica del paesaggio alpino della zona.

Dei 32 bacini artificiali, solo 14 sono stati costruiti su bacini naturali preesistenti.



Lago Devero o di Codelago

Risorse rinnovabili di energia

Energia Idroelettrica

Diversi modi di realizzare una diga

Le centrali idroelettriche

Le turbine

Lo sfruttamento delle acque nel VCO

Le dighe del VCO

Azioni sull'ambiente

Curiosità

Bibliografia

Risorse rinnovabili di energia

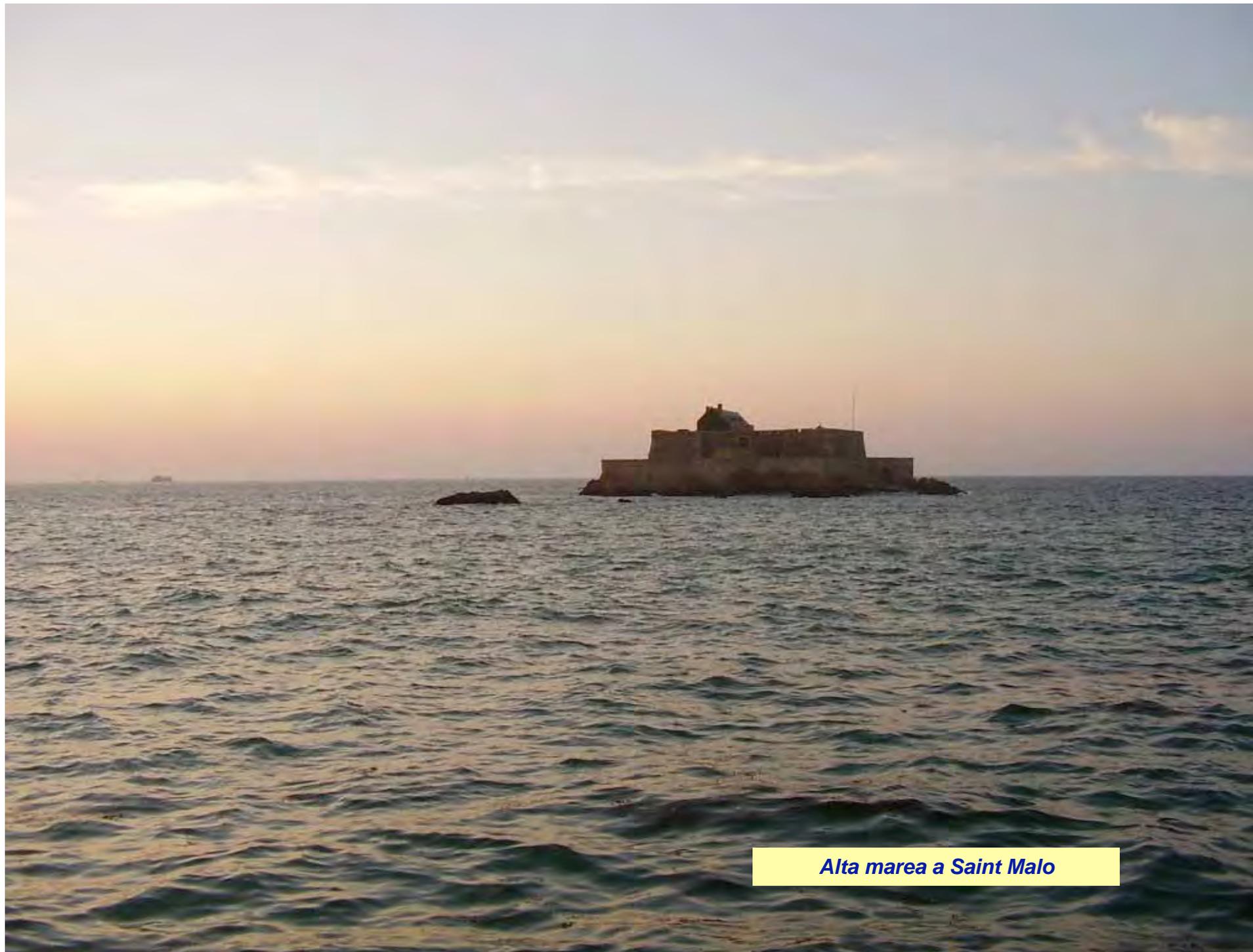
Le **risorse rinnovabili di energia** derivano da **fenomeni naturali** come la pioggia, il vento, l'irradiazione del Sole, il calore interno della Terra, il fenomeno delle maree.



I colori del Sole: alba sul lago Maggiore



Bassa marea a Saint Malo



Alta marea a Saint Malo

Si tratta di risorse gratuite che ad eccezione dell'energia idroelettrica vengono poco utilizzate o utilizzate in modo non adeguato.

Ma se è vero che le fonti sono gratuite è pure vero che sono molto costose le tecnologie attuali di trasformazione di queste fonti energetiche e i rendimenti sono ancora piuttosto bassi.

Questo spiega perché si continua ad utilizzare come fonte di energia le riserve energetiche fossili come il carbone, il petrolio, il metano, lasciando a quelle rinnovabili soltanto un ruolo marginale.

L'energia idroelettrica è la sola ricca di una tecnologia sperimentata ed efficiente. Inoltre riveste una importanza particolare per il nostro Paese e soprattutto per la nostra zona, ricca di acque e di montagne.

Energia Idroelettrica

L'acqua contenuta in un bacino idroelettrico possiede **energia potenziale**.

Infatti, essa si trova ad una certa altezza e ha una determinata forza peso, per cui ha la capacità di compiere un lavoro.

Come compie questo lavoro?

Cadendo lungo una **condotta forzata** e mettendo in moto una **turbina** (la quale a sua volta, aziona un **generatore** di corrente elettrica).



Condotta forzata dalla Valrossa

Nella caduta diminuisce progressivamente l'altezza a cui l'acqua si trova e, quindi diminuisce la sua energia potenziale: questa tuttavia non viene perduta, perché l'acqua cadendo, aumenta a poco a poco la sua velocità e quindi la sua energia di movimento o **energia cinetica**.

È proprio questa energia di movimento dell'acqua che si trasforma in energia di movimento della turbina e quindi in **energia idroelettrica**.



Le Centrali Idroelettriche

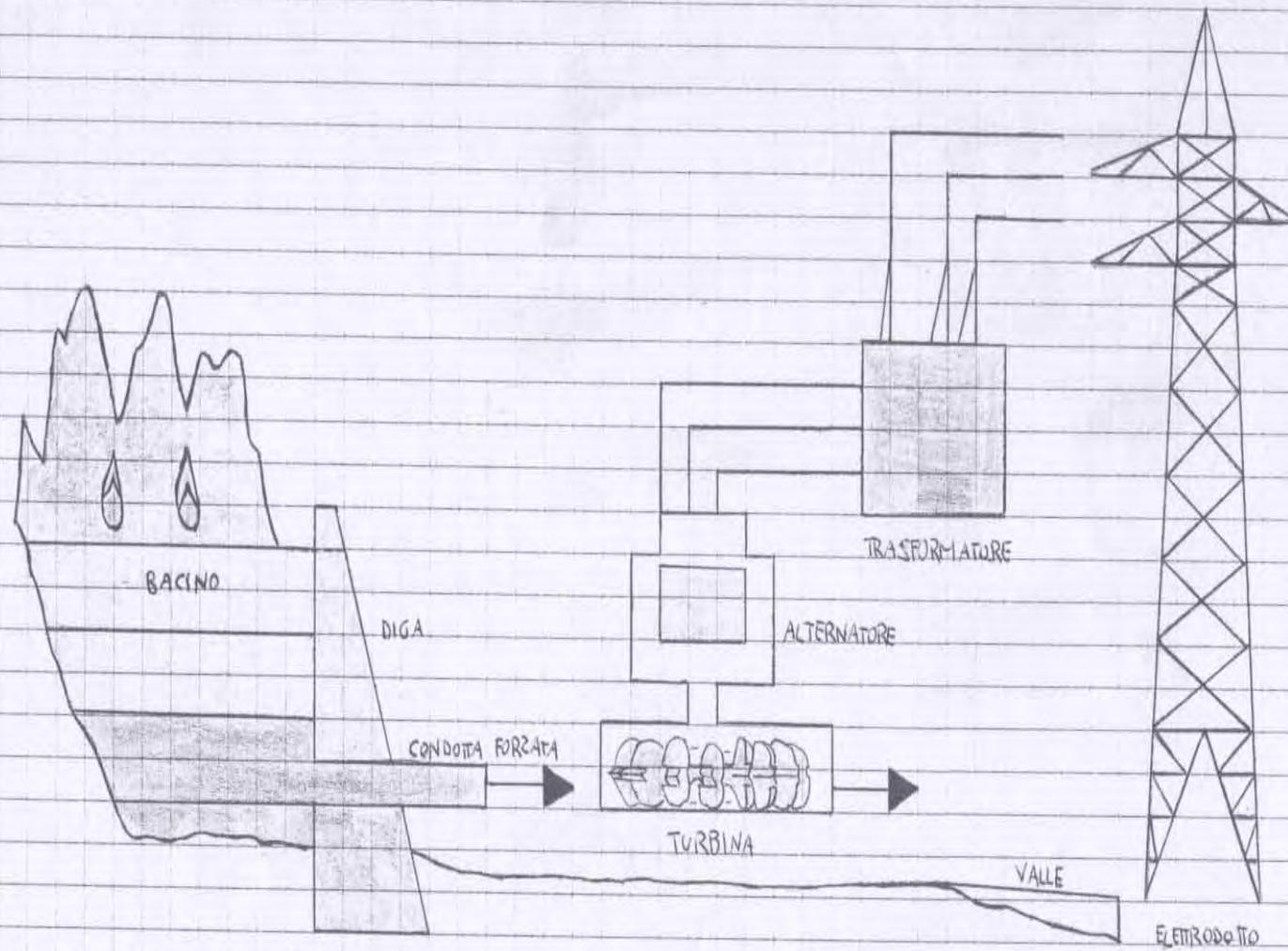
Le centrali idroelettriche si dividono in due tipi:

centrali a salto (le centrali tipiche di ambiente montano)

centrali ad acqua fluente (le centrali costruite lungo i corsi d'acqua)

Gli elementi fondamentali di una **centrale idroelettrica a salto** sono:

- bacino artificiale
- diga
- condotte forzate
- turbina idraulica (che trasforma l'energia cinetica dell'acqua in energia meccanica di rotazione)
- generatore elettrico o alternatore (che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica)



La corrente elettrica è un flusso ordinato di cariche elettriche negative (elettroni) all'interno di un corpo conduttore (questa forza si chiama tensione elettrica e la sua unità di misura è il volt e si indica con V).

ENERGIA POTENZIALE

Bacino artificiale

ENERGIA CINETICA

Condotte forzate

ENERGIA MECCANICA

Turbina

ENERGIA ELETTRICA

Alternatore



Modi diversi di realizzare una diga

Le costruzioni più sicure sono quelle in calcestruzzo, che possono essere divise in due tipi principali:

- dighe a gravità
- dighe a volta o ad arco

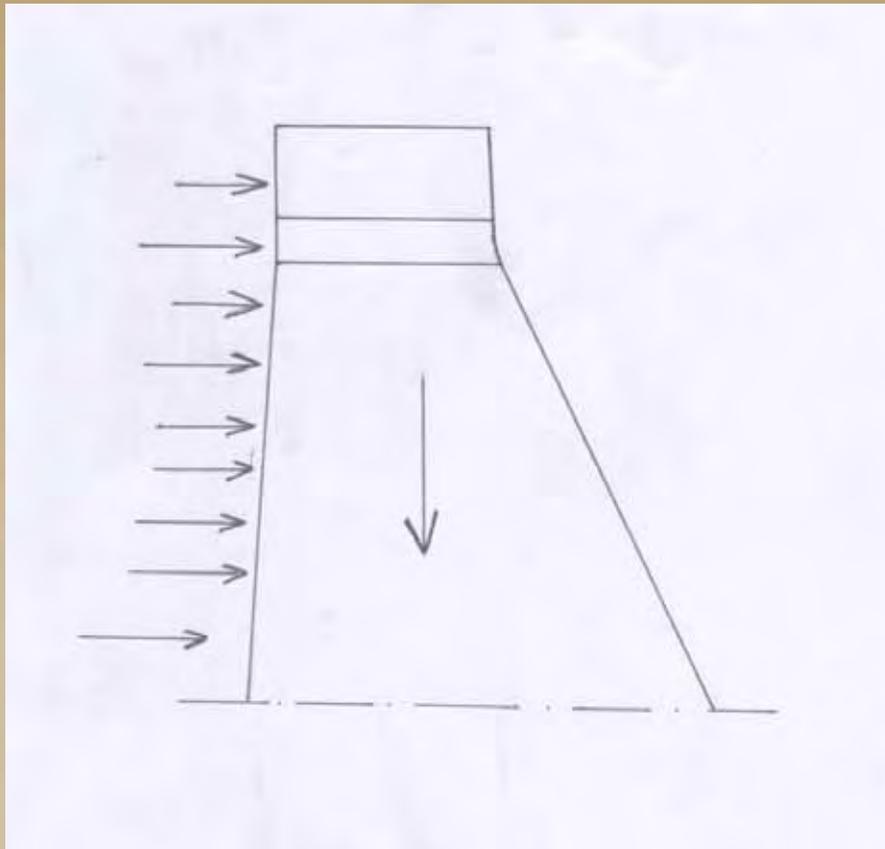
Le dighe **a gravità** sono rettilinee e sovente sono costituite da grossi blocchi di calcestruzzo o di pietra sovrapposti con i giunti resi impermeabili per mezzo di catrame.

Ogni pezzo di calcestruzzo si chiama **concio**.

A spazi regolari si inseriscono dei termometri particolari per misurare la temperatura del calcestruzzo.



Diga dei Sabbioni: a gravità alleggerita



Se si osserva la sezione di una diga a gravità ha la forma di un triangolo; si tratta di un triangolo scaleno (con tre lati diversi), disposto in modo che il lato dotato di maggiore pendenza, il lato più verticale, sia rivolto dalla parte dell'acqua del bacino.

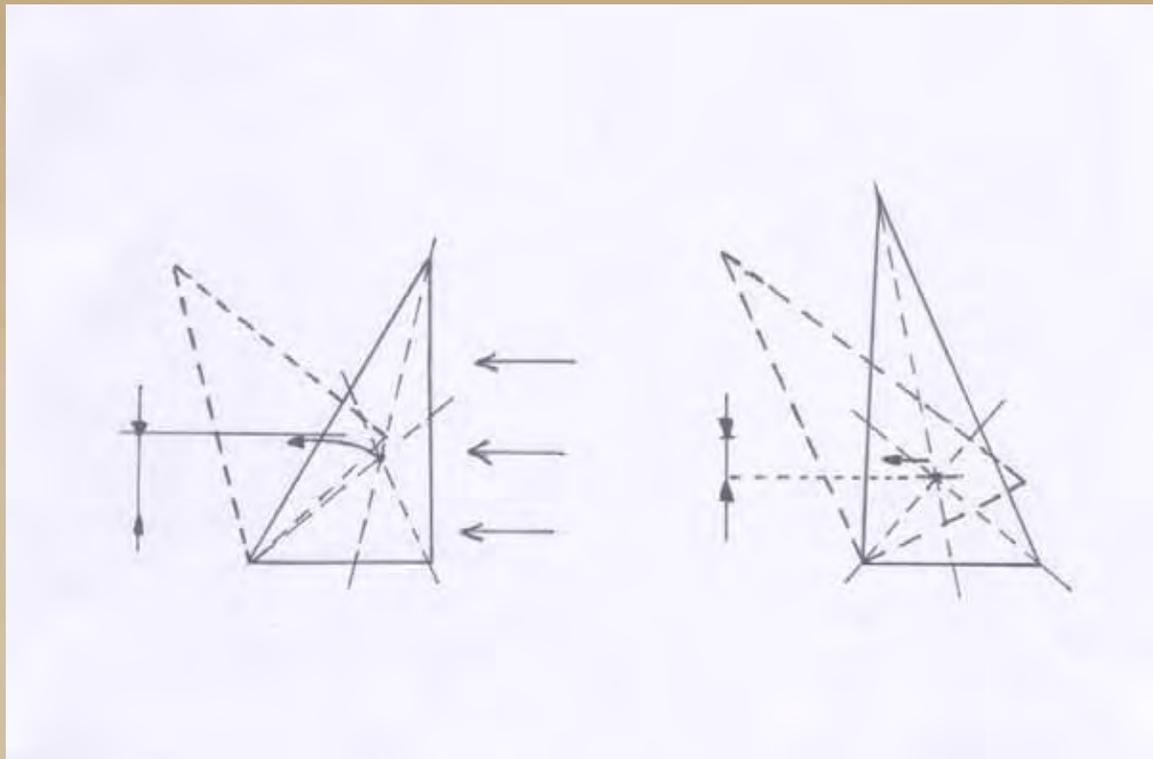
Il lato di minore pendenza è invece rivolto a valle.

La ragione di questa disposizione è che il corpo della diga è soggetto a **due forze principali**: il proprio peso e la spinta dell'acqua del bacino.

Il peso tende a tenere a posto la diga invece l'acqua del bacino tende a ribaltarla.

Come può avvenire il ribaltamento?

Se una diga a sezione di triangolo scaleno con il lato verticale disposto dalla parte dell'acqua viene ribaltata dalle acque deve sollevarsi di molto; se invece il lato verticale è dalla parte opposta le acque devono sollevare di poco il corpo della diga per ribaltarla.



Ma non è il ribaltamento della diga che si teme perché anche se il corpo della diga viene appena scalzato da queste spinte delle acque si possono avere effetti distruttivi per l'intera costruzione.

Si ottiene una maggiore stabilità disponendo la sezione della diga in modo che la pendenza minore sia rivolta verso valle.

Le dighe di questo tipo si dicono a **gravità** perché è con il loro peso che sostengono la spinta delle acque che si raccolgono nel bacino.



*Diga e lago dei
Sabbioni*

La diga **a volta** o **ad arco** è adatta per sbarrare valli strette e profonde mentre quella a gravità è più adatta per valli larghe e poco incavate.
La diga ad arco o a volta è costituita da una calotta appoggiata alle pareti e al fondo della valle in modo che la sua concavità sia rivolta a valle e la sua convessità all'acqua del bacino.

Quando il bacino si riempie, l'acqua preme contro la diga con una spinta che tende a comprimere la diga a volta e a farla appoggiare meglio alle pareti della montagna.

Ad esempio nel caso di una diga di circa 100 metri di altezza e 100 di larghezza si ottiene una spinta di circa 500000 tonnellate.
In questo tipo di diga l'ancoraggio è l'aggancio della diga alla roccia e i fianchi della montagna devono essere rinforzati.



Diga del lago Devero o di Codelago: a gravità



Diga di Naret: ad arco o a volta

Anche la diga a volta, come quella a gravità, è più spessa alla base e più sottile al coronamento. Lo spessore maggiore alla base serve per resistere alla maggiore pressione dell'acqua.

Il motivo per cui questo tipo di diga è più adatto alle valli strette e profonde è la maggiore leggerezza della costruzione.

Infatti le dighe ad arco sono generalmente più alte e sottili ma non meno resistenti e sono molto frequenti sulle Alpi. Il diverso spessore serve a rendere uniforme in tutti i punti della grande struttura di cemento lo sforzo cui la diga è sottoposta.

La diga resiste alla spinta dell'acqua appoggiandosi ai fianchi della montagna; cioè quando viene urtata dalle acque distribuisce le spinte sui fianchi della valle. Invece la diga a gravità deve resistere alla forza con il proprio peso.



Diga e lago Toggia

LE CENTRALI IDROELETTRICHE

Le centrali idroelettriche sono state la prima fonte produttiva di elettricità, seguite dalle centrali termiche a carbone e da quelle geotermiche. Con l'aumento sia dei consumi elettrici sia delle disponibilità del petrolio, dagli anni '50 la maggior parte dell'elettricità viene prodotta con le nuove centrali TERMOELETTRICHE a GASOLIO.

L'energia cinetica dell'acqua è stata usata fin dall'antichità per muovere ruote idrauliche e azionare le macine dei mulini o i magli delle fucine. Molti villaggi sorsero sui fiumi, attorno ad un mulino e ad altre attività artigiane che sfruttavano l'energia idrica. Le moderne centrali idroelettriche rappresentano l'evoluzione di queste semplici tecnologie.

LE CENTRALI A SALTO

Le centrali a salto sono tipiche dell'ambiente montano di cui vengono sfruttati i dislivelli territoriali.

Esse sono caratterizzate da un **bacino di raccolta (bacino idroelettrico)** creato artificialmente mediante la costruzione di una **diga**.

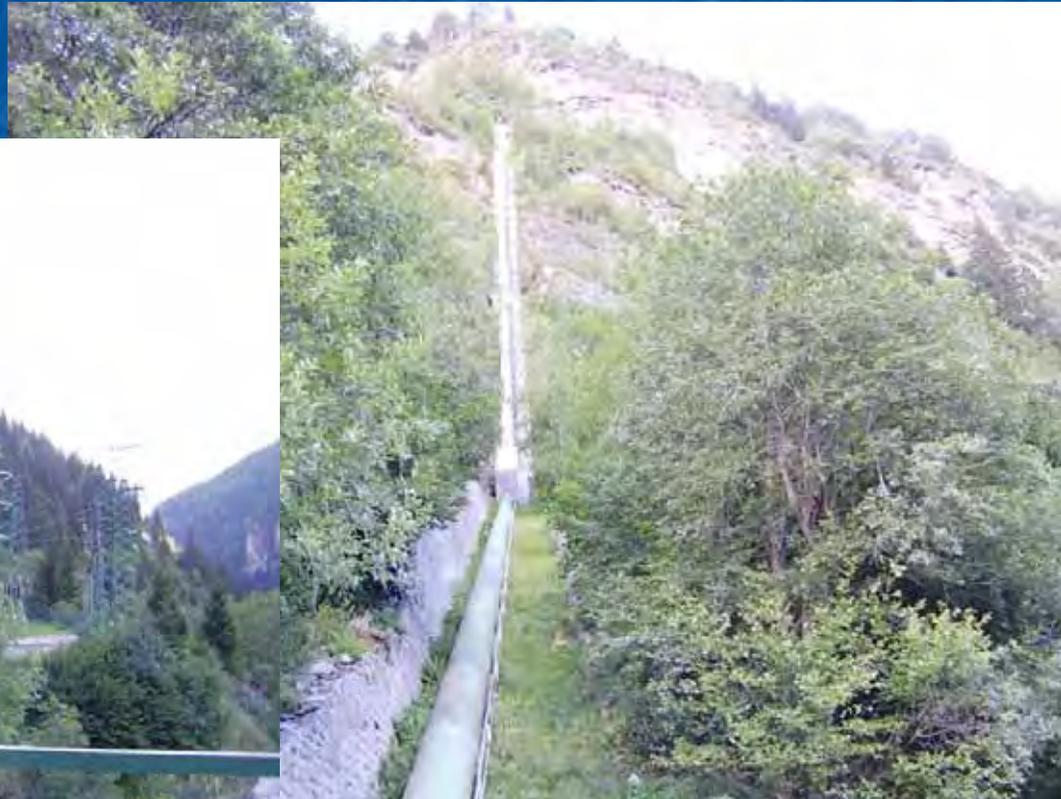




Diga di Naret

L'acqua del bacino artificiale defluisce (il deflusso dell'acqua dalla base della diga prima di entrare in condotta è controllato da un pozzo piezometrico ad alta tensione) verso il basso attraverso una **condotta forzata**, che trasporta l'acqua dal bacino alla **centrale** vera e propria, posta ad una quota inferiore.

La condotta forzata è costituita da uno o più tubi di grande diametro (3-5 metri), posti nella maggioranza dei casi, nel sottosuolo, in notevole pendenza.



Condotta e Centrale di Goglio

L'acqua che scorre nelle tubazioni, scendendo verso valle, è sottoposta ad una pressione sempre maggiore, dovuta al peso del liquido sovrastante. Al termine della condotta le tubazioni si riducono di diametro, in modo tale che si riduca la pressione dell'acqua e aumenti la sua velocità; quasi tutta l'energia posseduta dall'acqua si trasforma così in **energia cinetica**.



Condotta Valrossa



In questo modo, dall'estremità inferiore della condotta, che si trova all'interno della **centrale**, fuoriesce un potente getto d'acqua che colpisce la pala di una **turbina** (in genere di tipo pelton).

Questa inizia a ruotare vorticosamente e trascina con il suo movimento l'**alternatore** posto sul suo asse, generando così **CORRENTE ELETTRICA**.

Una volta utilizzata dalla centrale, l'acqua viene rimessa nell'alveo del fiume, o in alcuni casi, raccolta in un secondo bacino. L'acqua in uscita subisce un rialzo termico e può comportare uno squilibrio del fiume.



Centrale di Cadarese



Centrale di Ponte

TRASPORTO DELLA CORRENTE ELETTRICA

Gli **alternatori**, in centrale, producono una tensione variabile da 10.000 a 13.000 volt (questi valori dipendono dal dislivello presente tra il bacino e la centrale).

Per il trasporto i valori di tensione devono essere elevati fino a 340.000 volt perché la corrente elettrica passando nei fili conduttori incontra un ostacolo, la **resistenza**, la cui unità di misura è l'**Ohm** e il simbolo è Ω .

Le macchine che hanno il compito di elevare o ridurre i valori di tensione si chiamano **TRASFORMATORI**, il sistema di trasporto della corrente elettrica prende il nome di **ELETTRODOTTO**.



Elettrodotto al Passo San Giacomo

A metà del suo percorso la corrente elettrica arriva nelle **sottostazioni di trasformazione** dove i trasformatori riduttori riducono i valori di tensione a 6.000-10.000 volt (media tensione).

Alla periferia dei centri abitati altre sottostazioni riducono i valori di tensione a 220 volt (per uso civile) e a 380 volt (per uso industriale).

Questa si chiama **BASSA TENSIONE**.

Le **linee aeree elettriche** sono canali di **filo conduttore di rame**, attraverso cui la corrente erogata dalle centrali viene distribuita alle varie utenze.

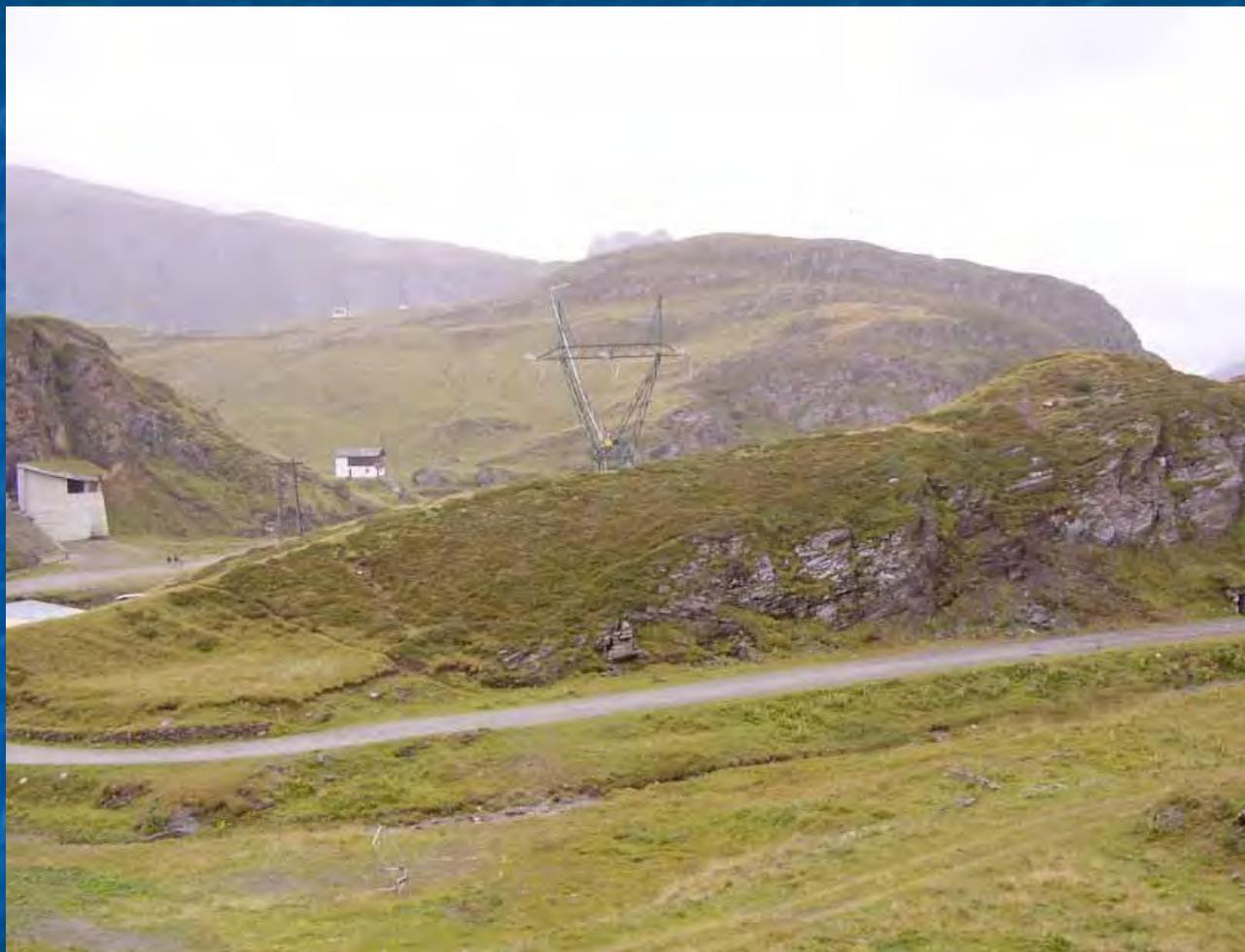
Sono sostenute da **palificazioni in cemento** o in **acciaio**, costituite da quattro **montanti** laterali uniti trasversalmente da aste metalliche, dette **tralicci**, alla cui sommità si dipartono dei **bracci** ai quali si appendono gli **isolatori** (resine sintetiche o porcellana) che sorreggono i **fili** conduttori.

Le **funi di guardia** in acciaio zincato, che si trovano in cima alle palificazioni, servono a proteggere i conduttori da eventuali scariche dei fulmini, cioè fungono da parafulmini.

Per lunghe campate, su di esse vengono collocati dei **palloncini colorati** come segnalazioni di pericolo.

I **bracci a triangolo** vengono usati nelle zone pianeggianti.

I **bracci a delta** sono più adatti nelle zone di montagna, poiché viene eliminato il pericolo di contatto accidentale tra i conduttori, qualora il ghiaccio, depositatosi per un'abbondante nevicata si distacchi all'improvviso per il disgelo, provocando per contraccolpo il sobbalzo dei fili. I fili infatti sono tenuti a maggiore distanza.



Elettrodotto al rifugio Maria Luisa in alta val Formazza

Le turbine

Le **turbine** sono macchine motrici, che trasformano l'**energia cinetica** o **termica** posseduta da un fluido (acqua corrente o vapore) in **energia meccanica**, che viene a sua volta trasformata in **energia elettrica** da un potente generatore (*alternatore*), accoppiato all'asse rotante della turbina.

Le turbine sono classificate in base al tipo di fluido che le mette in movimento, e possono essere:

idrauliche (azionate dall'acqua);

a vapore (azionate dal vapore di una caldaia).

Turbine idrauliche

Le turbine idrauliche ricordano molto le vecchie ruote da mulino ed hanno due organi fondamentali:

la **girante**, che è l'organo mobile, munita di pale, sulle quali agisce la massa d'acqua, trasformando l'energia idraulica in energia meccanica;

il **distributore**, che è fisso ed ha il compito di inviare l'acqua sulle pale della girante.

A seconda del salto d'acqua disponibile e delle portata viene impiegato un diverso tipo di turbina:

turbina Pelton;

turbina Francis;

turbina Kaplan.



Cascata al Veglia



Turbina Pelton (turbina ad azione)

La turbina Pelton è adatta ad alte ed altissime cadute (dai 400 ai 2000 metri).

Il getto d'acqua fuoriesce dal distributore, che ha una strozzatura terminale detta *ugello*, e colpisce nello spigolo centrale le pale a forma di doppio cucchiaino, facendo muovere la girante.

Non richiede una grande quantità d'acqua ma è importante la velocità di entrata dell'acqua.

Turbina Francis (turbina a reazione)

La turbina Francis è adatta a salti d'acqua medi e piccoli (dai 20 ai 400 metri) e per alte portate d'acqua (da 20 a 300 metri cubi al secondo).

Dalla condotta forzata l'acqua arriva alla turbina attraverso una *camera a spirale*, che presenta una sezione via via decrescente.

Dalla camera a spirale l'acqua passa al distributore, il quale è formato da un certo numero di pale che possono essere orientate, regolando così il flusso d'acqua che colpisce la girante.



Turbina Kaplan (turbina a reazione)

La turbina Kaplan è generalmente ad asse verticale, con una girante simile all'elica di una nave e un numero ridotto di pale (da 3 a 6) regolabili.

Questa turbina è solitamente usata per piccoli salti (da 2 a 20 metri) con grandi portate superiori ai 300 metri cubi al secondo.

Sono tipiche delle centrali che sfruttano le maree.

***Alta e bassa marea
a Mont Saint Michel***

Lo sfruttamento delle acque nel VCO

Nella nostra provincia lo sfruttamento dell'energia elettrica ha avuto un ruolo estremamente importante per l'industrializzazione.

Lo sfruttamento delle acque, il cosiddetto "carbone bianco" ha avuto inizio alla fine dell'ottocento con la comparsa del primo impianto.

I pionieri furono i Ceretti di Villadossola che, per alimentare le proprie ferriere, costruirono una centrale che utilizzava le acque del torrente Ovesca.

Tuttavia la valle che presentava le caratteristiche più adatte per lo sfruttamento idrico, per la presenza di ghiacciai, di laghi e di forti dislivelli, era sicuramente la Val Formazza.

Inoltre questa valle aveva il record negativo del 66% di terreno non produttivo a causa dell'alta quota.



Centrale di Cadarese

Il primo a capire questa opportunità fu il giovane **Ettore Conti** che diventò uno dei maggiori industriali nel campo idroelettrico.

Nel 1901 nacque la **Società Anonima per Imprese Elettriche Conti**, collegata alla società **Edison** e da questa poi assorbita nel 1926.

Fra gli anni 1907-1908 ebbe inizio la costruzione dell'impianto di Rivasco e di Goglio, complessi che entrarono in funzione nel 1911.

Il primo sfruttava l'acqua del Toce che, con un salto di 345 metri era in grado di sviluppare una potenza di 9200 Kw.

Funzionò fino al 1928 quando venne assorbita nel complesso di Cadarese.



Cascata del Toce

Il secondo impianto utilizzava le acque del torrente Devero, che in inverno erano integrate con i bacini di Codelago e di Pianboglio. Il bacino di Pianboglio fu in seguito abbandonato per problemi di impermeabilità del terreno.



*Dighetta e
lago di
Pianboglio*



Lago di Pianboglio

Negli anni che seguirono e in modo particolare dopo la fine della prima guerra mondiale, tutta la valle fu un grande brulicare di imprese, maestranze e centinaia di operai.

Puntualmente in autunno il maltempo rendeva impossibili i lavori per le abbondanti nevicata e causava la chiusura dei cantieri in alta quota.

La centrale di Sottofrua fu terminata nel 1924 con una potenza di 7500 Kw e sfruttava le acque del Castel e del bacino imbrifero di Valtoggia, convogliate in una condotta ben visibile dalla strada che conduce al Rifugio Maria Luisa. Utilizzava inoltre anche le acque del lago Toggia e del lago Nero.



Lago Castel e monte Basodino



Condotta dal lago Castel

Negli anni venti venne conclusa anche la centrale di Valdo che forniva ben 11000 Kw di corrente.
Le acque di questi due complessi in condotte forzate alimentano la centrale di Ponte entrata in funzione nel '40.



*Centrale di
Ponte*

La centrale di Cadarese, ultimata nel 1928, dispone di una potenza di 56000 Kw prodotti da un salto di 467 metri, portati da una condotta di 7 chilometri, scavata interamente nella roccia.

Nel 1957 è stata inaugurata la centrale di Morasco che posta interamente in galleria sfrutta le acque dell'invaso del Sabbione. In questo complesso compare per la prima volta l'automazione, essendo tutte le manovre telecomandate dalla stazione di Ponte.



**Centrale di
Ponte**

Di pari passo alla nascita delle centrali è iniziata la costruzione degli invasi di sbarramento, le dighe che, considerando le tecnologie di costruzione, le oggettive difficoltà di realizzazione a causa delle quote elevate, delle difficili condizioni climatiche, del periodo di costruzione, della mancanza di appoggi logistici, si possono sicuramente definire **“opera da ultima frontiera”**.



*Diga di
Morasco*

Le dighe del VCO

Consideriamo i grossi invasi della nostra provincia.

Lago Toggia

Lago Castel

Lago di Morasco

Lago Devero

Lago del Sabbione

Lago del Vannino

Lago di Agaro





Lago Sabbioni

Lago Morasco

Lago Sruer

Lago Toggia

Lago Vannino

Lago Castel

Lago Pianboglio

Lago Agaro

Lago Devero



Lago del Toggia (m 2191)

L'invaso di Toggia fu costruito negli anni '20 e '30 con una diga del tipo a **gravità massiccia**, innalzando il livello del preesistente Lago dei Pesci o Fishsee fino a raggiungere una capacità di 16 milioni di metri cubi d'acqua e una profondità di 42 metri.

Si tratta di un muraglione di sbarramento di 45 metri di altezza per 200 metri di larghezza, rivestito all'interno di granito e all'esterno di calcestruzzo.





Il bacino del Toggia occupa la sezione terminale della valle omonima sino all'Alpe Regina a poca distanza dal confine svizzero.
La produzione di energia idroelettrica nelle centrali di fondovalle sfrutta un salto complessivo di 1800 metri.





Lago Castel (m 2216)

Il bacino artificiale del Castel occupa l'estremità meridionale di una serie di piani con la presenza di fenomeni carsici.

Il bacino artificiale trae origine da un lago naturale di origine glaciale, il cui livello è stato innalzato di 10 metri con la realizzazione, negli anni venti, di una diga in **muratura di pietrame a secco** con soglia di tenuta in cemento armato, larga 258 metri e alta 17 metri. Ha una profondità massima di 39 metri e una capacità di invaso di 7 milioni di metri cubi.





Molto originale la soluzione architettonica per la casa dei guardiani e la torretta del pozzo di ispezione e di regolazione, con un passaggio coperto sospeso su pilastri a quattro archi a tutto sesto di particolare effetto scenografico. La presenza di corniole e gessi nell'area occupata dal lago ha generato nel tempo una serie di problemi di tenuta a causa delle consistenti perdite per infiltrazioni.

Nel 1923 la diga del lago Castel si ruppe per il cedimento del terreno sottostante non in grado di reggere il peso dello sbarramento.

La diga soprannominata “diga di cartapesta” è stata quindi abbandonata anche per l’incapacità dell’invaso di raggiungere il pieno carico.

Oggi, a monte del muro crollato, il lago è ritornato alle dimensioni naturali.



Lago di Morasco (m 1780)

Nel 1940 venne ultimata anche la diga di Morasco che ha sommerso definitivamente il piccolo villaggio Walser nella piana di Riale, abitato stabilmente fino al XV secolo e poi abbandonato per il raffreddamento del clima. Era rimasto il principale alpeggio estivo alla testata della Val Formazza, un nucleo di case con un oratorio dedicato a Sant'Anna, un tempo circondato da estesi e fertili pascoli immolati per la modernità.



In quegli anni per ricordare il sacrificio dell'alpeggio e gli operai morti nei lavori di costruzione della diga, fu eretta una chiesetta su uno sperone di roccia nei pressi del nucleo di baite di Riale. Si tratta di una diga con un grande muraglione in calcestruzzo alto 50 metri e lungo più di 600, arcuato al centro che ha creato un invaso con un volume d'acqua di 19.380.000 metri cubi e con una profondità di 50 metri.



La conca di Riale e la diga di Morasco



Il nucleo di case walser di Riale

Lago del Sabbione (m 2466)

Il lago è il più grande invaso artificiale dell'Ossola e l'unico costruito dopo la seconda guerra mondiale; infatti i lavori sono stati ultimati nel 1953.

Come capacità di invaso è al primo posto in Piemonte, al secondo posto in tutto l'arco alpino dopo la diga di Place Moulin in Valle d'Aosta.



Il bacino è stato creato “divorando” piano piano il ghiacciaio dell’Hosand, passando negli ultimi cinquant’anni da una capacità di 26 milioni di metri cubi ad una capacità di 49 milioni di metri cubi. Fino a una decina di anni fa la lingua del ghiacciaio del Sabbione terminava nelle acque del lago con una grande e possente seraccata e in estate era possibile vedere alcuni iceberg galleggiare sul lago.







Lago del Sabbione e ghiacciaio dell'Arbola

Lo sfruttamento idroelettrico nel corso degli anni ha portato all'accelerazione del processo di arretramento della lingua glaciale con il completo scioglimento del fronte immerso nelle acque del lago.

Si tratta di una diga a **gravità alleggerita**, alta 64 metri e larga 270, costituita da 11 elementi cavi indipendenti e da due tronchi d'estremità massicci. Per la sua realizzazione sono stati impiegati 140.000 metri cubi di calcestruzzo.



Lago del Vannino (m 2180)

Il vecchio lago è stato innalzato di ben 24 metri con un muraglione **gravitazionale** di tipo tradizionale che ha sommerso i fertili pascoli dell'alpeggio posto in una verde conca tra alte montagne.



La diga, terminata nel 1919, ha creato un invaso di 9.210.000 metri cubi di acqua con una profondità di 30 metri.

Nello stesso periodo, poco più in alto è stato realizzato anche il bacino idroelettrico dello **Srüer** o **Obersee**, con un volume di 1.050.000 metri cubi e una profondità di soli 8 metri.



Lago Devero o di Codelago (m 1856)

La diga di Codelago è stata una delle prime della colonizzazione idroelettrica in Ossola, costruita in una prima fase tra il 1908 e il 1912 e sopraelevata nel 1921-24, ha innalzato di 20 metri un preesistente lago naturale.

Il lago naturale era il terzo dell'Ossola per dimensioni e alla sua estremità c'era una ampia zona acquitrinosa.



La diga è del tipo a **gravità**, in muratura di pietrame a secco e crea un bacino di 16 milioni di metri cubi d'acqua.

Il suo nome deriva dall'espressione dialettale *Lac d'co d'lag* cioè Lago in capo al lago, dal termine *d'co d'lag* che indicava un gruppo di baite poste sulla riva settentrionale.





La particolarità morfologica del fondovalle e la presenza del piccolo monte Montorfano ha causato lo sdoppiamento dello sbarramento, dove l'emissario esce dal ramo di sud ovest dove si trova la diga principale.

Sullo sbarramento orientatesi trova un più piccolo sbarramento in terra, detto diga della Forcoletta.



*Regolamentazione delle acque
al lago Devero*



Chiuse al lago Devero

Lago di Agaro (m 1597)



Sotto lo specchio d'acqua del grande vaso idroelettrico di Agaro ci sono i resti dell'omonimo villaggio walser. Dove un tempo c'erano case e prati, oggi c'è una distesa d'acqua che produce energia elettrica per industrie e città.

Per ben sette secoli, il villaggio visse isolato dal mondo, a mille cinquecento metri, in una valle scoscesa e solitaria, tra Devero e Formazza.

Nel 1936, dopo sette secoli di vita dura ma libera, i suoi abitanti furono costretti ad abbandonare le loro case e dopo due anni una grande diga alta 57 metri sommerse con 20 milioni di metri cubi d'acqua i pascoli e il villaggio.

Al momento dell'abbandono contava 104 abitanti, aveva un sindaco, un parroco, una chiesa, la scuola elementare ed un maestro.

In primavera, quando il livello del lago è basso, si possono ancora vedere gli scheletri di larice delle case walser sott'acqua.



Azioni sull'ambiente

I lavori di costruzione delle dighe hanno richiesto anche la costruzione di strade e la modifica delle infrastrutture esistenti, come l'allargamento della galleria di Pontemaglio nel 1912 per far passare i macchinari della centrale di Verampio.



*Funivia di servizio al
Sabbione*

Riale



Due anni prima era stata appaltata la strada per la parte alta della Val Formazza che giungerà al P.sso San Giacomo solo nel 1927. Per la realizzazione dell'ultimo pezzo ci fu il contributo di 600 militari del Genio Zappatori che si accamparono nel luglio 1926 nella conca di Riale.

Sempre in quegli anni vennero avanzate diverse ipotesi di ferrovia. Si pensò ad un collegamento ferroviario Domodossola- Cascata del Toce a scartamento ridotto, con una proposta, in un secondo tempo, di due tunnel; uno sotto il Gries e uno sotto il San Giacomo per il collegamento con le linee svizzere.



Laghetto al Passo San Giacomo

Nel 1913 fu proposto un tram elettrico sino a Baceno che non fu mai realizzato. Due anni prima ebbe inizio un servizio giornaliero di corriera, solo estivo, che, partendo da Domodossola alle 5 del mattino, giungeva a Foppiano alle 10,30, dopo aver cambiato i cavalli a Baceno. Ben presto arrivarono anche le auto modificando parecchio, in breve tempo, l'ambiente circostante. Ovviamente l'industria idroelettrica ha dato molto a questo territorio ma ha sicuramente preteso e molto trasformato.

Anche la cascata del Toce ha pagato il suo tributo al progresso. Infatti nei primi anni del secolo scorso si era prospettata un'ipotesi di chiusura per lo sfruttamento idrico. Il geologo Spezia, nonché presidente del Club Alpino Italiano scrisse in difesa della cascata, già soprannominata "il più bel salto d'Europa" un esauriente opuscolo. All'appello non rimase insensibile il deputato ossolano Falcioni che interpellò l'amico Giolitti, allora Presidente del Consiglio. Giolitti invitò il Prefetto di Novara a sospendere ogni concessione che potesse deturpare o comunque diminuire l'imponente cascata. Tuttavia gli interessi delle potenti società idroelettriche ebbero il sopravvento e la cascata fu ridotta ad un misero rigagnolo.

Nel 1955 si arrivò ad una petizione parlamentare per fare pressione sulla dirigenza Edison concessionaria degli impianti.

Si trovò un accordo con la società che concesse l'apertura dell'acqua dal mattino alla sera nelle festività comprese fra giugno e settembre, oltre al periodo di ferragosto, per un totale di 30 giorni l'anno. Un compromesso valido ancora oggi che non accontenta quasi nessuno.

La voce degli enti locali passò sempre inascoltata.



*Cascata del
Toce*



Cascata del Toce

Secondo studi effettuati negli anni sessanta, masse d'acqua così imponenti come quelle ottenute con la realizzazione degli invasi artificiali, hanno prodotto particolari microclimi con la presenza di temperature relativamente più miti in inverno e più temperate d'estate.

Dalla costruzione delle dighe, si è registrata un'anomalia nelle temperature medie annuali per l'azione termoregolatrice delle masse idriche, temperature che si discostano completamente da altre zone di pari altitudine.



Inoltre le precipitazioni che prima dei lavori eseguiti dalla società Edison, anche in estate assumevano sempre carattere nevoso, negli ultimi anni sono prevalentemente piovose confermando i dati sull'innalzamento delle temperature.

Infine va ricordato che l'impatto ambientale dello sfruttamento idroelettrico non è totalmente indolore come può apparire da un'analisi superficiale, del resto qualunque energia ha un costo non soltanto economico.



Curiosità

Si può andare alla scoperta delle nostre valli camminando sui sentieri utilizzati per la manutenzione degli impianti idroelettrici Enel.
I Sentieri Energia e Natura permettono la scoperta di aree naturalistiche di notevole pregio ambientale.



*Alpe
Battelmat*

Nel 1910 ebbero inizio i lavori di una condotta sotterranea che, da Fondovalle portava l'acqua alla centrale di Rivasco, lavori che hanno causato grossi danni al lago di Altilone per perdite d'acqua prodotte nel sottosuolo.

Nel 1913 ci fu una denuncia del comune di Formazza in seguito al prosciugamento del lago ed un successivo sopralluogo del Genio Civile. Ma i fatti precipitarono al punto che negli anni 1943/44 il lago era completamente asciutto.

Purtroppo con esso scomparvero anche le splendide ninfee che lo ricoprivano, una specie botanica molto rara nella nostra zona, soprattutto in alta quota.

Si estinse anche il tritone alpino che ne popolava le acque.

Nel 1954 si cercò di trovare una soluzione con lavori di impermeabilizzazione del sottosuolo con il risultato che il lago ritornò alle sue originali dimensioni ma per le ninfee e il tritone non ci fu più nulla da fare.

L'architettura particolare delle centrali sul territorio del VCO si deve a **Piero Portaluppi**, allievo di Boito e Moretti, laureatosi in architettura nel 1910 presso il Politecnico di Milano.

Portaluppi, entrato in contatto con l'ingegnere delle centrali Ettore Conti avendone sposato la nipote, ha avuto il merito di sviluppare un nuovo linguaggio architettonico; pietre sbozzate e levigate, legnami a vista, profili spezzati, dentellature e riseghe, superfici scabre e lisce alternate a spigoli puntuti, materiale solo locale come granito e beole.

Ha realizzato delle opere di riflessione sull'architettura e sperimentazione di materiali.

Ma il suo progetto più singolare risale al 1929, il Wagristoratore al Passo San Giacomo, una sorta di rifugio ristorante ospitato all'interno di due vagoni ferroviari molto arditamente portati ad una quota superiore ai 2300 metri quasi al confine svizzero. Attualmente rimangono solo alcuni resti dei pilastri di sostegno.



Centrale di Cadarese



Centrale di Ponte

Perché il lago che ha sommerso il paese di Quarazza, poco prima di Macugnaga si chiama **Lago delle Fate**?

Perché si racconta che quando l'invaso si stava riempiendo, in una casa si trovava ancora una donna di nome Orsola, che alta e magra, tutto il giorno girava intorno al lago con lo sguardo fisso all'acqua che saliva sempre di più. La scambiarono per una fata uscita dal bosco e da allora chiamarono il lago con questo suggestivo nome.

*L'inverno 1950-51 è stato duro ed indimenticabile per gli operai al lavoro alla **diga del Vannino** in alta val Formazza. L'8 settembre 1950 il guardiano constatò due anomalie, di poca entità ma che richiesero controlli immediati.*

La diga, del tipo a gravità, sembrava a posto ma le perdite c'erano e quindi arrivò l'ordine di svuotare l'invaso. Il periodo richiedeva di intervenire il più presto possibile anche per la collocazione dell'invaso, servito da linea elettrica, telefonica e da teleferica ma raggiungibile solo a piedi d'estate e con gli sci in inverno.

I lavori richiesero l'installazione del cantiere, gli scavi per un nuovo taglione a monte della diga, l'approvvigionamento di materiali con la teleferica. Purtroppo già dall'inizio di novembre il tempo divenne pessimo, la neve cadde abbondante come non mai con tutti i problemi connessi.

Cosa non accadde quell'inverno: la neve raggiunse i 6,69 metri, la temperatura scese fino a -23°C, slavine e valanghe continue, interruzione della corrente elettrica, messa fuori uso della teleferica, impossibilità di comunicare con il telefono per la distruzione della linea, operai rimasti sotto le slavine ma fortunatamente salvi, epidemia influenzale tra i lavoratori che se in grado di camminare vennero portati a valle, sospensione dei lavori nel mese di febbraio a causa del troppo peso della neve sul cantiere fino al completo isolamento del Vannino.

Non si poteva più scendere e neppure salire. Isolati, senza corrente elettrica, senza la possibilità di comunicare con le famiglie a valle, al freddo senza le stufe elettriche con unica compagnia il boato sordo e continuo delle valanghe. In questa situazione non è mancata la tragedia, Matteo e Gildo, due operai e fratelli persero la vita.



*Diga e lago
Vannino*

Ma bisognava continuare anche tra mille problemi. Finalmente a primavera piano piano la situazione migliorò ma la normalità di quell'inverno eccezionalmente freddo e nevoso si raggiunse soltanto nel mese di luglio, mese in cui si iniziò il riempimento dell'invaso.

Non ci furono elogi ma bastò la certezza che le circa trecentomila ore di lavoro erano state spese bene, in un'avventura indimenticabile.

Vogliamo concludere con un doveroso ricordo e un ringraziamento per tutti coloro che hanno contribuito con ingegno, determinazione e fatica alla realizzazione di queste opere così importanti non solo per il nostro territorio.

*Laudato si, mi Signore, per sora Acqua,
la quale è molto utile e umile e preziosa e casta.*



Hanno lavorato a questa attività di Progetto sull'Energia
gli alunni delle classi prima e seconda media di Piancavallo : Emanuele,
Vito, Livio, Simona, Marco, Aleandro, Jessyka, Giulia, Andrea, Alex,
David, Noemi, Marika, Ivan, Serena, Sebastiano,
coordinati dalla prof. Rita Torelli.

Hanno collaborato le prof. Palmina Trovato e Silvia Faccio.

Le foto tutte originali sono della prof. Torelli
Musica: Moldava di Smetana-H.V.Karajan-Berliner Philharmoniker

Scuola Media Ranzoni sezione ospedaliera di Piancavallo- Verbania

Istituto Auxologico Italiano

www.scuolapiancavallo.it

**Al Progetto Energia partecipano con i loro lavori le scuole
ospedaliere di Asti, Novara, Torino e Verbania.**

BIBLIOGRAFIA

- L. Cedrini, E. Gabanino "Il libro delle osservazioni scientifiche" Ed. A.P.E. Mursia
- G. Cattaneo, P. Crosa Lenz "Laghi alpini in Valdossola – escursioni alla scoperta di 295 laghi di montagna" Ed. Grossi Domodossola
- T. Bagnati, G. Martini "Andar per laghi – 96 sentieri tra Verbano e Sempione" Ed. Tararà
- P. Crosa Lenz, G. Frangioni "Escursionismo in Valdossola: Antigorio e Formazza" Ed. Grossi Domodossola
- M. Gonella "Paesaggi elettrici ossolani" da "Le Rive" n°3 anno 2001
Schede "Sentieri Natura" Regione Piemonte Press grafica S.r.l. Omega
- L. Barbero "L'avventura del Vannino" da "Le Rive" n°1-2 anno 2002
"I piaceri dell'Energia" Pubblicazione Enel- Guida 2005