

CONOSCERE L'IDROELETTRICA

___Indice___

Introduzione >

Energia dall'acqua >

Come ricavare energia

Dove si trova

Idroelettrico in Italia

Potenziali sviluppi

Un po' di storia

Energia dai ghiacciai >

Lo stato dei ghiacciai

Vantaggi dell'energia dai ghiacciai

Problemi e soluzioni

CONOSCERE L'IDROELETTRICA

Introduzione

Il ciclo dell'acqua, determinato dall'evaporazione dell'acqua terrestre, dalla formazione di nubi e dalle conseguenti precipitazioni piovose, mette a disposizione dell'uomo una straordinaria fonte energetica rinnovabile, la seconda dopo le biomasse. Alla sua origine c'è ancora una volta il Sole, le cui radiazioni provocano l'evaporazione. Pur calcolando che solo lo 0,33% dell'energia solare ricevuta dalla Terra si traduce in precipitazioni atmosferiche, si tratta comunque di una cospicua quantità di energia. Nell'acqua sono presenti due tipi di energia: potenziale e cinetica.

Energia dall'acqua

Energia potenziale. L'acqua sia quando è sotto forma di pioggia, sia quando sgorga da una sorgente è costretta ad andare verso il "basso" a causa della presenza della forza di gravità. Tutti possiamo notare l'energia dell'acqua in una cascata; più il salto, ovvero la distanza tra il punto di inizio della caduta e il punto di arrivo, è alto, maggiore è l'energia che l'acqua cadendo sprigiona; quindi, più l'acqua si trova in alto rispetto al punto di arrivo e maggiore è l'energia che potenzialmente l'acqua può sviluppare.

L'energia potenziale è quindi l'energia della massa d'acqua in quiete, in funzione della posizione iniziale dell'acqua e del suo punto di arrivo. Essa corrisponde quindi all'energia contenuta nei ghiacciai e nei bacini naturali o artificiali situati ad altezze elevate.

Energia cinetica. L'energia cinetica dell'acqua è l'energia posseduta da una massa di acqua in movimento e corrisponde quindi all'energia contenuta nell'acqua dei fiumi, dei torrenti e del mare; dipende dalla velocità e dalla massa dell'acqua in movimento. Le macchine idrauliche trasformano in energia meccanica il movimento dell'acqua. Da questa energia meccanica è poi semplice ottenere energia elettrica.

Come ricavare energia

Due sono i meccanismi per ricavare energia dall'acqua dolce: le ruote idrauliche e le centrali idroelettriche. Le prime producono energia meccanica, le seconde elettricità. L'acqua è una fonte energetica con numerosi vantaggi che l'uomo conosce. Per questo la utilizza da oltre 4.000 anni. Essa, infatti, è una fonte relativamente abbondante, più o meno gratuita, rinnovabile e sicuramente pulita. Inoltre, il suo rendimento nella produzione di energia elettrica può superare l'80%.

Anche dall'acqua salata è possibile ricavare energia, sfruttando l'energia di movimento (moto ondoso, maree, correnti) e l'energia termica (riscaldamento delle acque) attraverso la creazione di bacini artificiali e apparecchiature che sfruttano la differenza di temperatura. Queste tecnologie, però, sono ancora poco sviluppate e, in certi casi, soltanto a livello sperimentale.

Dove si trova

Divenuta energia idroelettrica da poco più di un secolo, l'energia idraulica ha conosciuto uno sviluppo molto rapido che prosegue oggi nei Paesi industrializzati e in quelli in via di sviluppo di Asia e America Latina che potenzialmente dispongono di risorse considerevoli. In termini di sfruttamento delle risorse idroelettriche disponibili, Europa Occidentale e Stati Uniti sono leader mondiali con un utilizzo vicino al massimo della possibilità di sfruttamento di questa fonte. Molto minore l'impiego di energia idroelettrica nei Paesi dell'Est e nel terzo mondo, ove esistono notevoli possibilità di incrementare l'energia prodotta da queste centrali. Particolarmente scarsa la capacità installata in Africa in rapporto alle enormi potenzialità di questo continente. A questo proposito, basti pensare che solo la costruzione di una diga sul fiume Congo, consentirebbe di produrre tanta energia elettrica quanta se ne consuma in Italia in un anno.

In termini di capacità installata e resa energetica, l'idroelettrica è comunque una delle tecnologie più sfruttate per produrre energia elettrica. Nel 2019, l'energia idroelettrica ha coperto, infatti, il 16% della produzione di energia elettrica mondiale e questo, nonostante venga sfruttato solo una piccola parte delle risorse idriche tecnicamente utilizzabili.

(Fonte dati: International Energy Agency (IEA) – Key World Energy Statistics 2021)

Idroelettrico in Italia

Il 40,7% dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili in Italia nel 2020 è stata ottenuta dall'idroelettrico. Secondo i dati del Gestore dei Servizi Elettrici (GSE), a fine 2020 l'energia idroelettrica prodotta in Italia ammontava a 47.552 GWh. In Italia nel 1938 ben 14,6 GWh sui 15,5 GWh di energia totale prodotta derivavano dall'idroelettrico. Questa fonte ha contribuito all'avvio dell'industrializzazione italiana tra l'Ottocento e il Novecento. Dopo essere stata la principale fonte di energia elettrica fino agli anni Sessanta (82% del totale), la quota di questa fonte rinnovabile è progressivamente diminuita, mentre la quantità prodotta è rimasta costante. Negli anni Ottanta, la quota dell'idroelettrico era già ridotta al 25%, mentre la produzione termoelettrica, nello stesso periodo, era passata dal 14 al 70%.

Il potenziale della risorsa idroelettrica nel nostro Paese è sfruttato praticamente al 90% e si è quasi giunti al limite del massimo sfruttamento possibile. Non sembra quindi essere un settore capace di espandersi ulteriormente. Alla "chiusura" del settore contribuiscono il fatto che i siti più favorevoli e convenienti dal punto di vista tecnico ed economico sono già stati utilizzati e insorgono di numerosi ostacoli tecnici, ambientali ed economici alla realizzazione di nuovi grandi invasi e centrali di potenza elevata. Di conseguenza il futuro dell'idroelettrico in Italia sembra consistere nella sola realizzazione dei cosiddetti impianti micro-hydro, di bassa potenza (<100 kW), di scarso impegno economico e tecnico e bassissimo impatto ambientale.

Potenziali sviluppi

L'idroelettrico è, rispetto alle altre fonti rinnovabili, già arrivato ad un valore molto elevato di utilizzo delle risorse. I grandi impianti idroelettrici sono, infatti, oramai quasi tutti realizzati. Le strade da percorrere nel futuro sono quelle dell'idroelettrico minore (mini e micro-idroelettrico) con piccoli

impianti a servizio di utenze isolate, che hanno la possibilità di sfruttare la risorsa idrica presente nelle loro vicinanze. In particolare, il termine **mini-idroelettrico** indica impianti con una potenza installata inferiore ai 10 MW, mentre con il termine **micro-idroelettrico** si indicano gli impianti con potenza inferiore ai 100 kW. Gli impianti di piccola taglia hanno notevoli vantaggi: permettono di sfruttare piccole differenze di quota e portate minime dei fiumi per ottenere energia elettrica; hanno un basso impatto sul territorio; costi contenuti e consentono di soddisfare il fabbisogno energetico di piccole comunità, fattorie, singole famiglie o piccole imprese. Inoltre, questi impianti sono ideali per fornire energia ad aree isolate o non collegate alla rete di distribuzione elettrica nazionale.

In generale nei Paesi industrializzati, dove sono presenti i grandi impianti, l'ambito di sviluppo è quello del mini-idroelettrico. Invece in molti Paesi in via di sviluppo la fonte idroelettrica può rappresentare un'interessante fonte di approvvigionamento energetico, sia attraverso impianti idroelettrici di grossa taglia sia attraverso impianti mini-idroelettrici.

Un po' di storia

Migliaia di anni fa l'uomo ha imparato a sfruttare l'energia meccanica prodotta dalla caduta dell'acqua. Già Greci e Romani usavano dei mulini ad acqua per macinare il grano. A Barbegal, in Francia, nei pressi di Arles, importante porto che riforniva Roma di grano, sono stati trovati dei **mulini idraulici** a otto ruote che sfruttavano contemporaneamente lo stesso corso d'acqua (310 d.C.).

In Europa, però, lo sfruttamento dell'energia idraulica per ricavare lavoro meccanico si sarebbe massicciamente diffuso solo nei secoli XII e XIII. Il principale utilizzo riguardava il settore agricolo e quindi la macinazione, mediante mulini ad acqua, di granaglie, ma anche olive, sale e altri minerali. Seppure molto meno diffusi dei mulini, tra il Cinquecento e il Seicento, sono stati realizzati altri macchinari alimentati dalla corrente dei ruscelli. Uno dei più prolifici inventori di queste macchine fu proprio **Leonardo da Vinci**. Sempre nel Medioevo, trovò grande diffusione anche la ruota ad acqua inventata dai greci: una specie di mulino che serviva per sollevare l'acqua e fu utilizzato per la bonifica dei terreni paludosi, l'irrigazione e nell'attività mineraria. La ruota idraulica, corredata di albero a camme, permise, inoltre, di riprodurre un movimento verticale discontinuo, come quello del martello. Essa fu così utilizzata per stampare tessuti e azionare mantici che servirono a sviluppare maggiormente l'attività metallurgica.

Un progresso tecnico di enorme portata si è avuto in seguito all'evoluzione della **ruota idraulica** nella turbina, cioè in un apparecchio capace di **trasformare l'energia meccanica in energia elettrica**. La nascita della turbina idraulica risale alla fine dell'Ottocento. Da allora questa tecnologia è stata ulteriormente perfezionata e oggi il rendimento complessivo degli impianti più moderni supera l'80%. Ciò vuol dire che, se l'energia dell'acqua è pari a 100, l'energia utile fornita da un impianto idroelettrico è pari a 80.

Energia dai ghiacciai

L'acqua dei torrenti in montagna percorre dislivelli elevati che determinano un potenziale energetico ottimale, ma generalmente le portate sono troppo variabili per essere sfruttate con continuità. Le acque di fusione glaciali garantiscono un apporto di grandi quantità di acqua durante la stagione estiva, quando gli altri corsi sono in secca: basta confrontare, a parità di piovosità, le portate estive dei corsi d'acqua alpini e del Centro e Sud Italia per rendersi conto dell'importanza dell'esistenza di apparati glaciali sul regime delle acque superficiali.

Per questo motivo, moltissimi impianti idroelettrici in zone montuose sono alimentati da **acque di fusione glaciale** e in moltissimi casi la captazione avviene direttamente sui torrenti che escono dai ghiacciai. Paesi come la Svizzera, l'Austria, l'Italia o la Nuova Zelanda, furono tra i primi a sfruttare la potenzialità produttiva delle acque glaciali: all'inizio degli anni '70, il 64% del fabbisogno energetico della Svizzera era coperto dalla produzione delle centrali idroelettriche, per la maggior parte alimentate direttamente o indirettamente da acqua di fusione glaciale. Sulle Alpi italiane, moltissimi esempi si osservano nelle regioni montuose del Nord, come Piemonte, Valle d'Aosta, Trentino-Alto Adige, Lombardia, dove la presenza dei ghiacciai permette un utilizzo intensivo della risorsa idrica come fonte di energia.

Uno degli esempi più grandiosi di sfruttamento delle risorse idriche dei ghiacciai alpini è la diga a gravità di Dixence, in Val des Six, in Svizzera: con un muro di 285 m è la più alta dell'arco alpino, una delle più alte nel mondo e sostiene un invaso con una capacità di 400 milioni di m³. Una rete di più di 100 km di gallerie e canali derivatori sotterranei raccoglie le acque del Ghiacciaio di Cheilon e dei ghiacciai che scendono dal Monte Rosa e dal Cervino, con impianti che complessivamente occupano una superficie di 357 km², metà dei quali sono coperti da ghiacciai (*dati Smiraglia, 1992*).

Lo stato dei ghiacciai

Con soltanto pochissime eccezioni, i ghiacciai di tutto il mondo stanno subendo una fase di ritiro, cominciata all'inizio del secolo scorso e interrotta brevemente da una piccola avanzata per l'area alpina intorno agli anni '80. Questo pone in pericolo non solo l'esistenza dei ghiacciai, ma anche un'importante risorsa energetica rinnovabile. Anche il ghiaccio e l'acqua che ne deriva sembrano quindi destinati a trasformarsi in una fonte che va esaurendosi e che non si rinnova più, come accade per i combustibili fossili. Infatti, il bilancio di massa della maggior parte dei ghiacciai italiani è negativo: estate fonde più ghiaccio di quanto non se ne formi durante la stagione fredda e la massa dei ghiacciai diminuisce.

A differenza dei combustibili fossili, il cui sfruttamento dipende dall'uomo e può essere in una certa misura pianificato e programmato, accantonando eventualmente riserve "strategiche", la quantità di acqua prodotta dalla fusione dei ghiacciai può essere utilizzata solo quando è disponibile. Questa fonte energetica dipende dalle caratteristiche meteorologiche e, nel corso degli anni, dalle fluttuazioni climatiche influenzate anche dall'attività dell'uomo. Ad esempio, la torrida estate del 2003, calda e secca oltre la media, ha favorito il rilascio di grandi quantità di acque di fusione che non sono state sfruttate completamente per la produzione di energia. Infatti, un bacino artificiale è

costruito per contenere solo un limitato volume di acqua e le caratteristiche tecniche degli impianti sono progettate per produrre quella determinata quantità di energia massima anche se la risorsa a disposizione è presente in eccesso. Le risorse idriche che provengono dai ghiacciai sono quindi difficili da gestire: l'unica certezza che offrono è la loro disponibilità durante i mesi estivi. Per quanti anni ancora sarà possibile sfruttare questa risorsa?

Lo stato dei ghiacciai in Italia. L'intensa riduzione areale dei ghiacciai delle montagne italiane, che ha visto un'accelerazione negli ultimi decenni, trova riscontro su tutte gli altri settori delle Alpi e sulle altre catene montuose della Terra ed è sicuramente uno dei segnali più chiari ed evidenti esistenti in natura delle variazioni climatiche in atto e in particolare dell'aumento di temperatura media dell'aria. Oltre ad essere i più attendibili indicatori climatici, i ghiacciai rappresentano un'importante risorsa idrica, energetica, paesaggistica e turistica.

Secondo il Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani in Italia (pubblicato nel 2015), in Italia sono presenti 903 corpi glaciali, che occupano una superficie complessiva di 370 km² pari a quella del Lago di Garda, presenti in 6 regioni italiane interessate tra le quali solo una, l'Abruzzo, non alpina. Facendo un confronto con il precedente catasto nazionale dei ghiacciai, ultimato alla fine degli anni '50 dal Comitato Glaciologico Italiano in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche, si nota come il numero dei ghiacciai sia oggi aumentato, passando da 835 a 903. Quella che può apparentemente sembrare una contraddizione, in realtà non lo è perché l'incremento numerico è da riportare ad una intensa frammentazione delle unità glaciali preesistenti. La superficie glaciale ha infatti registrato una perdita del 30% (157 km²), confrontabile all'area del Lago di Como, passando da 527 km² agli attuali 370 km² (circa 3 km² persi all'anno). I ghiacciai italiani sono dunque numerosi, frammentati e di piccole dimensioni (si stima un valore areale medio di 0,4 km²), ad eccezione di tre ghiacciai che presentano un'area superiore ai 10 km²: i Forni, in Lombardia (Parco Nazionale dello Stelvio), il Miage, in Valle d'Aosta (Gruppo del Monte Bianco), e il complesso Adamello-Mandrone, in Lombardia e Trentino (Parco dell'Adamello); quest'ultimo può essere definito il ghiacciaio più grande d'Italia essendo stato classificato come un grande corpo glaciale unitario a causa della sua forma insolita, simile a quella dei grandi ghiacciai scandinavi, caratterizzata da un altopiano da cui si diramano molte lingue.

Vantaggi dell'energia dai ghiacciai

Molti sono i vantaggi dell'uso delle acque di fusione dei ghiacciai per la produzione di energia idroelettrica. I ghiacciai sono una fonte di acqua che nei mesi estivi è costante e sicura, a differenza dell'acqua di fiumi e torrenti, la cui portata è soggetta a variazioni notevoli in funzione delle precipitazioni. Ne deriva che nei mesi estivi, quando la maggior parte dei corsi idrici superficiali soffre di penuria d'acqua, i corsi d'acqua alimentati dai ghiacciai sono al contrario ricchi di questa risorsa preziosa. L'energia ricavata dai ghiacciai può quindi essere utilizzata proprio nei periodi in cui le altre risorse idriche sono al minimo ed è proprio l'acqua di fusione dei ghiacciai a permettere di far fronte a situazioni di emergenza energetica come i recenti blackout estivi.

I costi per la realizzazione di un grande impianto idroelettrico, con tutte le strutture connesse (invasi, dighe, canali, condotte, centrali, elettrodotti) sono molto elevati, ma trattandosi per la maggior

parte di impianti di antica data, i costi si sono in parte già ammortizzati e ne deriva un costo dell'energia idroelettrica relativamente basso. Attualmente, sia per ragioni economiche che ambientali, si preferisce realizzare micro-impianti che soddisfano il fabbisogno energetico di piccole comunità locali e che sono meno costosi e più "ecologici". È un'energia "pulita", poiché la sua produzione non produce sostanze inquinanti, anche se non è del tutto priva di ripercussioni sull'ambiente.

Problemi e soluzioni

A parte il già citato problema del raggiungimento del limite massimo di sfruttamento di questa risorsa, l'utilizzo di acque di fusione dei ghiacciai per la produzione di energia idroelettrica presenta alcuni problemi di natura tecnica con importanti risvolti economici. Uno dei problemi tecnici più importanti riguarda il carico solido normalmente trasportato dalle acque di fusione glaciale, che in genere è molto elevato: le acque che escono da un ghiacciaio, si presentano sempre con un caratteristico aspetto lattiginoso e una colorazione grigiastra, dovuti al trasporto in sospensione di grandi quantità di materiale molto fine. Questa caratteristica non rende le acque di fusione particolarmente adatte per essere utilizzate a scopo idroelettrico. Questo fa sì che gli invasi e i canali dove passano e si raccolgono queste acque siano soggetti alla deposizione del materiale in sospensione. Per mantenere l'efficienza degli impianti e per non modificare la capacità degli invasi sono necessari interventi di pulizia e di rimozione continua dei depositi. Queste operazioni sono costose e tecnicamente non facili. Il progressivo accumularsi di materiale sul fondo degli invasi (detto processo di interrimento) ne riduce gradualmente la capacità e la potenzialità produttiva perché accorcia i tempi di utilizzo e la vita operativa dell'impianto.

Le acque ricche di materiale in sospensione presentano anche un altro grave problema tecnico: le particelle colpiscono ad alta velocità e con grande energia gli organi meccanici delle turbine, provocando la loro rapida usura. Per questo motivo queste acque devono essere sottoposte a un processo di filtrazione prima di entrare negli impianti. Le operazioni di filtraggio sono difficili e pongono il problema successivo dello smaltimento di grandi quantità di fanghi limosi e argillosi senza provocare eventuali danni ambientali. Un altro problema che diviene di anno in anno più sensibile è legato al progressivo arretramento delle fronti dei ghiacciai. Molte opere di presa e di captazione, compresi alcuni invasi anche di grandi dimensioni, sono ubicati in prossimità delle fronti, in modo da raccogliere la maggior quantità possibile di acque e di evitarne la dispersione nella copertura detritica.

Il progressivo arretramento delle fronti richiede un adeguamento delle opere di captazione, costringendo a rimodernare continuamente le strutture e ad adeguarle alla sempre nuova posizione della fronte. Questo porta a un aumento dei costi e delle problematiche ambientali poste dalla realizzazione di nuove opere. A scopo sperimentale sono stati realizzati impianti nei quali le acque vengono captate direttamente all'interno del ghiacciaio. Si tratta di opere finalizzate alla ricerca, in genere associate a laboratori sulla dinamica glaciale. Il più noto è il laboratorio endoglaciale dell'Engabreen, in Norvegia, installato nei tunnel di captazione scavati all'interno del ghiacciaio.



Energia / Idroelettrica / Conoscere l'idroelettrica

Famoso è anche l'esempio del Ghiacciaio dell'Argentière, che scende dal versante francese del gruppo M. Bianco: negli anni Sessanta furono scavati dei tunnel nel ghiaccio sotto la fronte per captare le acque di fusione a scopo idroelettrico. Una caratteristica dei torrenti sottoglaciali è però quella di modificare continuamente il proprio corso, con repentine variazioni di direzione, per cui le gallerie sono divenute ben presto inservibili e sono state trasformate in laboratorio sotterraneo per lo studio dell'erosione basale.

Testo aggiornato ad agosto 2022