

In parte dalla natura, in parte dall'uomo

Paesaggio alpino e industria idroelettrica in Adamello: l'irruzione della tecnica

Giorgio Azzoni *

(* responsabile attività culturali del museo dell'**energia idroelettrica** di Cedegolo - musil)

La *'trasformazione energetica del paesaggio'* che investe la Valle Camonica con l'aprirsi del novecento è una vicenda emblematica, all'interno della *nuova geografia delle risorse*, che investe molti luoghi montani dell'arco alpino, quelli che erano rimasti indenni dallo sfruttamento perché impervi o lontani dai centri di consumo. Dopo l'economia del ferro, che aveva utilizzato le risorse dei giacimenti minerari e dei boschi posti in località facilmente raggiungibili, l'interesse si sposta all'alta montagna, ricca in ogni stagione di acqua e della sua energia potenziale determinata dalla posizione in quota: una grande riserva di forze.

La *'preistoria'* delle Alpi finì alle soglie della prima guerra mondiale, e anche grazie ad essa, in quanto la saldatura tra tecnica idroelettrica, alpinistica e militare, determinò quel concorso di forze che resero possibile l'apertura e la gestione di grandi cantieri in alta montagna. La *'mobilitazione totale'* del lavoro e delle capacità tecnico-produttive investì quindi le alte quote, rendendo titanica l'impresa umana realizzata nell'ambiente difficile della montagna, e determinando il declino della naturalità e della *'sacralità'* delle vette.

Il tema fondamentale che rende queste vicende emblematiche per comprendere l'essenza del contemporaneo mondo della tecnica dispiegata è la definitiva trasformazione della natura in risorsa energetica, la rottura epocale della modernità di una natura come *'physis'*, come potenza autonoma che possiede, organizza la vita e si autoalimenta anche quando viene utilizzata dall'uomo per suoi scopi. Le vicende, storiche, sociali, ambientali dell'industrializzazione idroelettrica nell'area dell'Adamello, particolarmente tra la fine dell'Ottocento e il primo Novecento, documentano infatti in modo esemplare la fase storica di avvio dell'industrializzazione italiana nel suo rapporto di forza con l'ambiente montano.

Con la costituzione di un legame stretto tra economia e industria da un lato, scienza e tecnica dall'altro, finalizzato alla produzione e all'utilizzo dell'energia elettrica come nuova decisiva fonte energetica, emerge l'altro tema fondamentale sotteso alle vicende idroelettriche: quello della sistematicità dell'organizzazione tecnico-produttiva. L'apparato, l'ordinamento del saper fare artificiale, la mobilitazione generale del lavoro sono finalizzati al *'disporre'* produttivo della terra da parte della tecnica che, nel caso specifico, è un disporre la natura come fondo per l'accumulazione di energia e come mezzo per la sua produzione.

Questo scritto vuole articolare un'apertura a ricerche ed approfondimenti, che si arricchiranno attraverso le necessarie analisi disciplinari e richiederanno ulteriori

sforzi di sintesi.¹ Le vicende dell'industrializzazione idroelettrica dell'Adamello vanno lette in modo storico-critico, in quanto costituiscono un chiaro esempio di affermazione della *techne* come espressione dell'anima dell'Occidente. Dalla sua analisi e comprensione possiamo trarre indicazioni per pensare e prefigurare un futuro sostenibile, sul tragico orizzonte del consumo della terra determinato dall'occidentalizzazione del mondo.²

Industrializzazione.

La costruzione delle infrastrutture idroelettriche nel primo Novecento denota una decisa aggressività nei confronti del paesaggio naturale, che sarà modificato a vantaggio dei superiori interessi della nazione, come risulta chiaro dalle parole di uno dei capitani dell'industrializzazione idroelettrica:

*“Serbatoi montani capaci di regolarizzare i corsi inferiori dei fiumi [...]; potenti derivazioni di forza motrice che irradieranno per tutto il Paese energia a buon mercato [...]; questa la vera ricchezza naturale inesauribile su cui deve appoggiare sicuramente e vantaggiosamente l'edificio della nostra produzione.”*³

In Valle Camonica, nella seconda metà dell'Ottocento, termina l'antico e prestigioso ciclo produttivo dell'economia del ferro, che si definiva nella filiera miniera-bosco-forno-fucina e che, nella prima metà del secolo, vide la vallata fornire il 45% della produzione lombarda.

Il livello tecnico artigianale piuttosto arretrato e rudimentale della tecnologia produttiva, la localizzazione decentrata e la crescente concorrenza di altre aree a maggior contenuto tecnologico contribuirono a rendere marginale la produzione locale fondata su un sistema integrato che utilizzava il carbone di legna come combustibile e il movimento meccanico dell'acqua come motore per i meccanismi di forni e di magli per la lavorazione del minerale estratto nelle vicine miniere.

Le ricerche scientifiche sull'elettrologia svolte nel corso dell'intero secolo -con il contributo di scienziati italiani- e le invenzioni tecnologiche nell'ambito dell'elettrotecnica diedero risultati applicativi fondamentali soprattutto in campo illuminotecnico, nell'alimentazione degli altiforni e nell'industria, determinando una crescente richiesta di energia elettrica.

Dal paradigma energetico della prima industrializzazione, incentrato sul binomio carbone-vapore, si passa a quello elettrico, della cosiddetta 'seconda rivoluzione industriale'.

¹ L'approfondimento e l'articolazione delle tematiche qui sinteticamente proposte troveranno luogo all'interno delle attività culturali organizzate dal Museo dell'Energia Idroelettrica di Cedegolo.

² Le origini e i significati della crisi tra natura, tecnica e storia, sono analizzati da Pier Paolo Poggio, *La crisi ecologica*, Milano, Jaca Book, 2003

³ Ettore Conti, *20 dicembre 1908*, in *Dal taccuino di un borghese*, Milano, Garzanti, 1948, p.49

Nel corso degli ultimi anni del XIX secolo aumenta la richiesta di energia e di conseguenza la produzione idroelettrica, dalla prima Centrale italiana di Tivoli del 1885, alla prima Centrale lombarda di Paderno del 1898. Questi impianti utilizzavano le portate d'acqua fluenti per tutto l'anno, con conseguenti sprechi dovuti alla piovosità stagionale.

Già all'avvio del Novecento si comprende l'importanza dello sfruttamento delle acque disponibili stagionalmente e si intuisce che la costruzione di serbatoi stagionali di accumulo può garantire un flusso costante alla caduta d'acqua, aprendo grandi prospettive alla nascente industria idroelettrica. I primi impianti costruiti all'interno dell'area dell'Adamello tra il 1905 ed il 1914 sono pensati in conformità ai nuovi principi: le portate progressivamente utilizzate diventano più imponenti e i salti sfruttati maggiori. In seguito vengono realizzate sempre più Centrali e di maggior potenza poiché, grazie alla possibilità di trasporto dell'energia elettrica a grandi distanze mediante elettrodotti, le industrie non devono risiedere necessariamente nelle valli alpine e le linee si spingono sino in città, determinandone il decollo produttivo.

Nelle valli montane ricche di acqua si utilizzano i laghi naturali come serbatoi di accumulo e le prime grandi Centrali si dislocano in loro prossimità. Nel corso di pochi anni, nel secondo decennio del Novecento, i laghi vengono aumentati nella loro capienza mediante la costruzione di dighe e si dà avvio al processo di trasferimento delle acque da un bacino idrico all'altro mediante la costruzione di canali artificiali scavati nella roccia, al fine di ampliare ed ottimizzare la raccolta di bacino.

L'elettricità prodotta in Valle Camonica per illuminare edifici, luoghi pubblici ed alimentare le imprese produttive locali mostrerà il suo aspetto più devastante: i lavori per la costruzione di impianti e dighe sconvolgeranno l'ambiente come mai era avvenuto prima.

Dopo una fase pionieristica, per nulla trascurabile, nella quale gli 'autoproduttori' locali di Valcamonica si dotano di impianti idroelettrici in loco per alimentare i macchinari delle rispettive aziende, a partire dal 1905 entrano in gioco le grandi Società, appositamente costituite, e si apre la cosiddetta '*caccia alla derivazione*' per l'accaparramento dei diritti di utilizzo delle acque che, secondo la legge vigente, favoriva le richieste secondo l'ordine cronologico. Inizia dunque la nuova fase di sfruttamento, che possiamo definire di tipo industriale su larga scala, condotta con disponibilità di denaro e molte promesse, per mezzo di consulenti, legali e professionisti in grado di giungere allo scopo con mezzi persuasori diversificati. In questa decisiva fase vengono messe in gioco ricchezze personali e collettive, diritti delle popolazioni locali e capacità imprenditoriali, piccole economie locali e l'imprenditoria industriale cittadina, ma soprattutto risorse umane e risorse di natura in un confronto oppositivo.

Nel primo decennio del secolo nascono le Società Elettrocommerciali per la costruzione dei primi grandi impianti. La principale, per disponibilità finanziaria e potenzialità (compreso lo stretto legame con la Edisonvolta e con capitali anche

tedeschi) è la Società Generale Elettrica dell'Adamello (GEA 1907). Essa, a partire dal 1907, si insedia nell'area dell'Adamello, e inizia a operare con i lavori sul sistema idrico che fa capo al lago d'Arno, realizzando le Centrali *Poglia* di Cedegolo e *Arno* di Isola in Valsaviore che entreranno in funzione nel 1911. Questa Società occuperà il territorio più produttivo dal punto di vista idrico e intraprenderà da sola la grande maggioranza delle attività insediate nella prima metà del Novecento, stabilendo per diversi anni il quasi assoluto monopolio della produzione e vendita di energia elettrica.

La Società Elettrica Bresciana (SEB, 1905), nata nel capoluogo, entrò in Vallecamonica acquisendo società locali e partecipazioni societarie, dislocandosi produttivamente nella media Valle e aprendo la propria attività con le Centrali di Gratacasolo (1907), di Mazzunno e di Cedegolo. Quest'ultima, edificata tra il 1909 e il 1910 ed entrata in esercizio nel 1911, utilizzava le acque del fiume Oglio catturate a Malonno ed è ora sede del Museo dell'Industria Idroelettrica⁴.

La locale Società Elettrica di Valle Camonica (ELVA), sintesi delle pionieristiche Società Cooperative a carattere municipale e dell'imprenditoria valligiana, nacque principalmente con lo scopo di fornire ai Comuni elettricità e forza motrice per uso civile, ma occupò nel corso dei suoi 40 anni di attività un ruolo decisamente marginale rispetto alle due Società maggiori.

I principali sistemi di raccolta delle acque ai fini produttivi, anche alla luce delle razionalizzazioni intervenute nel corso di tutto il Novecento, sono il sistema *Poglia* e il sistema *Avio*, oggi ricondotti alle due Centrali maggiori per potenza installata, quelle di San Fiorano a Sellero e di Edolo, entrambe di gestione Enel.

Il Sistema *Poglia* si riferisce inizialmente al grande bacino imbrifero del torrente *Poglia*, comprendente il lago d'Arno –il maggiore dell'Adamello sia nella precedente condizione di naturalità che oggi con la diga- e i laghi *Dosazzo* e *Salarno* della Valle omonima. Questo sistema viene impostato con la consapevolezza delle sue potenzialità espansive sia in termini di raccolta delle acque che di potenza installabile in fasi successive.

Nel 1911 entrano in attività le Centrali di Isola e Cedegolo che utilizzano rispettivamente le acque prelevate dal lago d'Arno e quelle captate dagli sbarramenti sul torrente *Salarno*, *Adamè* e *Rio Piz*. Queste, sommate a quelle già utilizzate dalla Centrale di Isola, vengono condotte sino alla Centrale *Poglia* di Cedegolo (e poi riversate nel fiume Oglio) per mezzo di una rete di canali e condotte forzate con una lunghezza complessiva di quasi 9 km. a coprire un bacino imbrifero totale di circa 44 km². La rete di strade, piani inclinati e teleferiche di servizio alla realizzazione dei lavori risulta lunga circa 10 km. La potenza installata nelle due Centrali corrisponde alla somma dei 4 gruppi da 4700

⁴ Il Museo dell'Energia Idroelettrica di Cedegolo, inaugurato nel settembre 2008, fa parte del sistema museale **musil** (museo dell'Industria e del Lavoro 'Eugenio Battisti' di Brescia)

KW di Isola con i 5 gruppi da 3700 KW di Cedegolo alla tensione di 12000 Volt, collegati mediante due linee aeree.

Nel 1910 inizia la costruzione della diga al lago d'Arno che, per ragioni tecniche legate alla natura dei materiali e alle tecnologie costruttive, per gli eventi bellici e la nuova normativa intervenuta dopo il crollo della diga del Gleno, si protrassero sino al 1927.

Questo primo intervento contiene già tutti i caratteri gestionali, le modalità tecnico-organizzative di sfruttamento e ottimizzazione che verranno replicate, perfezionate, raffinate in tutte le aree di raccolta e produzione nel corso degli interventi successivi. I dati quantitativi e qualitativi sono impressionanti per l'epoca e mostrano chiaramente un decisivo salto di qualità che porta ad aggredire la montagna attraverso una vera e propria razionalizzazione tecnico-economica di sistema.

Negli anni seguenti vennero convogliate al lago d'Arno le acque della Valle Adamè, mediante galleria artificiale realizzata ad alta quota; vennero installati altri due gruppi più potenti sia a Isola (da 7000 kw) che a Cedegolo (da 6000 kw) e altre due condotte forzate dalla diga dell'Arno. Terminata la guerra ripresero i lavori in Valle Adamè e Val Salarno con la presa all'interno del lago, a quota 2035 slm., e la derivazione sino all'Arno (1919-22), e con la costruzione nei suoi pressi della centrale di Campellio.

In seguito la Società GEA, utilizzando provvedimenti legislativi di sovvenzione, costruì la diga al lago Salarno (iniziata nel 1919 con le modifiche del 1923 e terminata nel 1928), quindi ottimizzò lo stesso cantiere per derivare le acque del lago Miller (anche grazie alla copertura politica del podestà di Edolo che garantì l'appoggio locale e la quiete sociale) e costruire la diga e la Centrale del Baitone (1927-30-33). Con la costruzione della Centrale di Salarno si conclude il sistema Poggia che convoglia le acque dei bacini idrografici di Baitone, Miller, Salarno, Adamè e Arno alle Centrali di Campellio, Isola e Cedegolo, comprese le due Centrali in quota di Baitone e Salarno.

Il sistema impressionante per vastità, potenza, logistica di cantiere e di gestione, e per la citata sistematicità si è completato alla fine degli anni sessanta con la moderna Centrale di pompaggio di San Fiorano a Sellero: dotata di una vasca di accumulo per il riutilizzo delle acque, con condotta diretta dal lago d'Arno, essa ottimizza le grandi masse d'acqua raccolte dal sistema idraulico artificiale realizzato nel corso di cinque decenni.

Il Sistema Avio

Le vicende riguardanti l'altro grande sistema idroelettrico dell'Adamello si avviarono con le prime domande di concessione degli anni 1905, e con l'inizio dei lavori nel 1920. Esse prevedevano lo sfruttamento di un bacino idrografico di 25 km² che fa riferimento all'esistente lago d'Avio (sbarrato con diga per l'accumulo stagionale), all'omonima Valle e alla nuova Centrale idroelettrica di Temù.

Per le operazioni edilizie vennero utilizzati percorsi e vie di comunicazioni terrestri e aeree (funivie) realizzate durante la guerra, oltre all'esperienza maturata

nei lavori già avviati del sistema Poggia, che facilitò non poco l'impresa cantieristica.

Inizialmente il programma prevede di utilizzare il lago d'Avio come serbatoio, collegato alla Centrale con un canale derivatore di 3486 m. e una doppia condotta forzata di 1800 m di lunghezza, installando tre gruppi produttivi di 10000 HP e due di 16000 Hp mossi da turbine Pelton. L'impianto complessivo era tecnicamente all'avanguardia per la concezione dei gruppi, per la tensione delle linee di uscita a 125000 V collegate direttamente con Milano e con la rete interregionale e per il collegamento tra Centrale e diga mediante funivia di sicurezza.

La diga del lago d'Avio (1922-29) precede la costruzione di un secondo bacino di raccolta, immediatamente a monte della stessa. Questo viene ottenuto mediante lo svuotamento della piana alluvionale creatasi con l'interramento di un precedente lago naturale, in seguito aumentato di capacità mediante la costruzione di una diga denominata del Benedetto. Qui vennero convogliate nel corso degli anni '50 le acque provenienti da quattro Valli laterali (Seria, dei Buoi, del Salimmo, e Incavate) costituendo un bacino imbrifero allacciato di 20 Km² mediante gallerie lunghe 8 km che si aggiunse al citato bacino di 25 km².

Nel 1948 inizia la seconda fase con l'utilizzo dei bacini più a monte dell'Avio, attraverso la realizzazione della diga e della Centrale del Pantano e dello sbarramento del Venerocolo, aggiungendo un'ulteriore capacità di carico all'impianto esistente. Nel 1984 entra in esercizio la moderna Centrale di generazione e di pompaggio di Edolo che sostituisce quella di Temù, notevolmente più efficiente e potente, concepita per il pompaggio (sul modello di San Fiorano) e dotata di grande vasca di raccolta delle acque nella piana adiacente.

Derivazioni sull'Oglio: Sonico-Cedegolo-Cividate

Nel 1911 entra in servizio la Centrale SEB di Cedegolo che deriva le acque dell'Oglio all'altezza di Malonno. Con la derivazione effettuata a Temù da parte della GEA che ottiene (dopo parecchie opposizioni degli artigiani locali) l'utilizzo delle acque turbinate dalla Centrale Avio, di quelle raccolte dal fiume Oglio e dai suoi affluenti di sponda sinistra, nel 1926 inizia la costruzione della Centrale di Sonico. Essa utilizza le acque raccolte in un bacino imbrifero di 254 km² e per potenza installata è la maggiore costruita sino a quegli anni. In modo ancor più evidente procede il processo di sfruttamento razionale di tutte le acque residue dei due grandi sistemi dell'Avio e del Poggia, che proseguirà nel corso degli anni '40 e '50 con la prosecuzione del canale di derivazione più a valle e la costruzione delle Centrali di Cividate e di Cedegolo2, che potremmo definire di seconda generazione (insieme alle più recenti di Sellero e Edolo).

Per alimentare la Centrale di Cedegolo2, la Società Edison capta le acque dell'Oglio appena a valle dell'immissione del torrente Ogliolo, convogliandole poi mediante galleria artificiale sino alla nuova diga sul torrente Poggia, oltre a quelle di scarico della Centrale di Sonico, e dei torrenti Val Rabbia e Remulo. La

Centrale con sala macchine in caverna, progettata dall'architetto milanese Gio Ponti, entra in funzione alla fine del 1950.⁵

La vicenda sociale

L'ultimo decennio dell'Ottocento e il primo quindicennio del Novecento sono anni decisivi per le trasformazioni industriali e territoriali dell'Italia del nord ed in particolare della Lombardia. In questi anni si apre un ciclo storico di assoluto rilievo, correlato strettamente alle ricerche in campo scientifico, nelle scienze idrauliche e nell'ingegneria. Le vicende dell'industrializzazione idroelettrica sono legate ai settori industriali più avanzati dell'epoca, e si muovono in parallelo alle scoperte scientifiche e tecnologiche nel campo dell'elettrotecnica e delle scienze applicate.

La costruzione di infrastrutture idroelettriche presenta un crescente e rapido sviluppo tale da favorire il funzionamento di macchinari sempre più complessi e portare l'Italia –cronicamente in ritardo sin dalla prima rivoluzione industriale- ad occupare la terza posizione al mondo per potenza idroelettrica installata.

Anche le vicende dell'industrializzazione della Valle Camonica sono strettamente connesse alla produzione e all'uso dell'elettricità, la nuova energia, rapida, pulita e potente.

Sin dai primi anni del secolo la nascente industria idroelettrica svolge un ruolo determinante come volano e moltiplicatore economico e sociale, in quanto richiede l'impiego di ingenti capitali per l'acquisizione delle concessioni, la costruzione delle infrastrutture produttive e di collegamento, e i numerosi impianti produttivi dislocati sul territorio, oltre all'impiego di una grande varietà di capitale umano.

Nel giro di pochi anni la Ferrovia Brescia-Iseo viene prolungata sino a Breno (1907) ed in seguito a Edolo (1909). Nel 1907 entra in funzione il collegamento telefonico tra Brescia e tutti i comuni della Valle, vengono realizzate e ampliate strade di collegamento con i paesi interessati dai cantieri.

I grandi lavori idroelettrici richiesero l'impiego di una grande quantità e varietà di manodopera locale, per lo più manovalanza e operai generici nella costruzione delle strutture edilizie (prese, dighe, centrali, edifici di alloggio e servizio), minatori e artificieri nella costruzione di gallerie, operai specializzati nella posa e gestione delle strutture di collegamento (teleferiche, linee telegrafiche e elettriche, approvvigionamenti) ingegneri edili e idraulici nella progettazione degli impianti, geologi nello studio della geomorfologia, imprenditori nella direzione. Questa varietà di figure professionali porterà in Valle numerosi 'forestieri' che contribuirono a rompere il tradizionale isolamento delle comunità. Si determinò,

⁵ Questa sintesi presenta solamente i sistemi idroelettrici più importanti che interessano l'Adamello. Le principali Centrali idroelettriche sono attualmente di gestione Enel (14), della Società Edison (3) mentre le altre, di piccole dimensioni, sono gestite direttamente da piccoli autoproduttori. Per un maggiore approfondimento, si rimanda al puntuale testo di Franco Pelosato, *Nascita e sviluppo delle Centrali idroelettriche sul territorio camuno*, pubblicato in: *L'uomo e l'acqua*, Breno, Banca di Valle Camonica, 2002.

gradualmente, un'evoluzione operativa dei lavoratori locali che, apprezzati per la tenacia e lo spirito di sacrificio, acquisirono nuove competenze tecniche. Nel corso degli anni le nuove generazioni di operai assunti nei lavori di gestione delle Centrali acquisirono spesso formazione e titoli di studio proprio all'interno delle strutture didattiche e operative delle Società di gestione degli impianti. Ciò produsse, nel secondo dopoguerra, generazioni di tecnici di alto livello impiegati nelle manutenzioni di impianti in tutto il nord Italia.

I grandi lavori idroelettrici misero in evidenza la grande capacità operativa e l'adattabilità delle maestranze alle situazioni di lavoro, l'orgoglio personale e di gruppo nello svolgimento delle mansioni affidate e la capacità d'inventiva nella risoluzione delle difficoltà pratiche. Ma altrettanto determinarono pericolosità nel lavoro, causata dagli eventi a breve (incidenti) e a lungo termine (malattie professionali, prima tra tutte la silicosi polmonare per i minatori) che getteranno un'ombra tragica su molte famiglie e diverse comunità.

Altro aspetto rilevante della vicenda sociale fu lo scontro oppositivo tra comunità locali e Società Elettrocommerciali in merito all'acquisizione delle concessioni di derivazione e alla captazione delle acque, che misero in crisi la piccola economia consolidata sul loro utilizzo. Artigiani, allevatori, contadini, e un numero significativo di cittadini della Valsaviore, furono protagonisti, tra il 1908 e i primi anni venti, di numerose proteste nei confronti delle autorità statali e delle Società stesse per rivendicare diritti, indennizzi, giusti salari. Il braccio di ferro condotto dalla Società Adamello per mezzo di promesse non mantenute (tra cui spiccano come clamorose l'elettrificazione della Ferrovia Iseo-Edolo e la realizzazione di manifatture in Alta Valle, mai avvenute), ricatti, e azioni di forza (più frequenti negli anni venti con il supporto dello squadristo e delle autorità di nomina politica)⁶ si risolse con la realizzazione degli impianti previsti.

L'iniziale duopolio SEB / SGEA terminò nel 1917 quando la Edison (partner di maggioranza della SGEA) acquisì il controllo della Società Bresciana e di fatto iniziò il monopolio della produzione idroelettrica

Le vicende dell'industrializzazione idroelettrica sono intrecciate con la società, l'economia, la cultura e il mondo del lavoro, ma innanzi tutto si rapportano direttamente alle caratteristiche morfologiche e qualitative dell'ambiente montano, ricco d'acqua utilizzabile per produrre energia idroelettrica.

Montagna e paesaggio della tecnica

Il gruppo dell'Adamello presenta una conformazione a raggiera, con creste, crinali e catene che si dipartono dai ghiacciai centrali e che a loro volta si articolano in sottogruppi. Il grande bacino centrale dell'imponente ghiacciaio e le sue diramazioni garantiscono una continua alimentazione idrica per la maggior parte dell'anno. Essa si raccoglie in laghi naturali formatisi in seguito all'accumulo di

⁶ Le vicende economiche, storiche, sociali e politiche sono state puntualmente ricostruite da Mimmo Franzinelli in diversi lavori, tra cui il più ampio è quello per la Fondazione Micheletti: *Il settore idroelettrico in valle Camonica*, Brescia, 1996

materiale morenico o entro conche scavate dai ghiacci. I laghi hanno una strategica funzione regolatrice del regime idrico e garantiscono naturalmente stabilità al deflusso delle acque. Per questi motivi l'interesse delle Aziende Elettriche, esistenti e appositamente costituite, cadranno sui bacini idrografici più ampi e ricchi di laghi, quelli d'Avio e del Poggia.

L'esplorazione dell'Adamello si è svolta in modo continuativo e sistematico dalla metà dell'Ottocento ed ha consentito le rilevazioni topografiche condotte dagli stessi alpinisti che divennero topografi⁷. Le loro mappe completarono significativamente la descrizione grafica del territorio montano dei Catasti del primo Ottocento, del Manzini (1816) e del Regno Lombardo-Veneto, che si erano occupate prevalentemente delle aree di fondovalle, spingendosi a censire i pascoli d'altura sino a comprendere anche i principali laghi, ma lasciando indefiniti i crinali, le vette e il ghiacciaio, in quanto entità non produttive.

La maggior concentrazione di laghi in una piccola porzione di territorio ed in un unico bacino idrografico è rappresentata dalla valle dell'Avio. Infatti attualmente tra i 1900 e i 2535 metri di altitudine sono presenti quattro grandi laghi: il lago d'Avio, il lago Benedetto e i laghi Pantano e Venerocolo

Interessante la descrizione di una Guida alpina del 1889 perché segnala un precedente sbarramento artigianale dell'invaso destinato ad ottimizzare il trasporto idrico: “ *Per sentiero a zig-zag in meno di un'ora si guadagna quell'altura, si entra nel poetico Avio dotato di un limpido e placido laghetto al cui sbocco sta il vano d'una porta formata dalla nuda roccia, in parte dalla natura, ed in parte dall'uomo, e che ha ai lati ancora giganteschi cardini. Nel secolo scorso veniva chiusa per rialzare il lago, immettervi i superbi larici e farli poscia, aprendo la diga, precipitare lungo la valle nell'Oglio sotto Temù.*”. Il brano descrive un uso della forza di spinta dell'acqua antecedente all'utilizzo idroelettrico della caduta, come un'anticipazione pre-industriale. Prosegue quindi: “*Dopo questo, nella salita s'incontra un altro lago più vasto, che si può costeggiare sulla riva sinistra per sentiero battuto dai pastori. Sorpassato quindi un piccolo colle si presenta un vasto e lungo piano pascolivo che indica la preesistenza di un lago più vasto dell'ultimo, e di fronte la cascata di tutto il fiumicello*” individuando nel tratto più a monte una forma chiaramente determinata dall'interramento di un lago da parte dei detriti di scarico. E' la situazione tipica di un precedente bacino che diverrà un serbatoio artificiale in seguito ai lavori di scavo che lo libererà dai detriti accumulati (Dosazzo, Benedetto).

Se il lago viene definito come: “... *ogni ambiente limnico, e quindi anche quello che comunemente viene considerato e definito lago, è l'espressione di condizioni topografiche destinate a mutare nel tempo, anche indipendentemente da interventi antropici. Trattasi quindi di una manifestazione naturale transitoria (anche se spesso di lunghissima durata), soggetta a subire successive ed anche*

⁷ In particolare da ricordare Julius Payer, Douglas W. Freshfield, Paolo Prudenzi, Arrigo Giannantoni, e le numerose esplorazioni svolte dal Corpo degli Alpini.

profonde variazioni nel tempo, sino alla sua estinzione, variazioni morfologiche che investono alternativamente o congiuntamente la profondità come l'ampiezza ed altri caratteri, compresi quelli connessi a fenomeni biologici."⁸, allora può essere considerato un'entità in evoluzione, che si forma per fenomeni naturali (conformazione della superficie) o accidentali (frana, smottamento che sbarrò il transito fluviale) destinata in seguito a trasformarsi in pianoro per lento interrimento del bacino.

Un'accelerazione artificiale di questo fenomeno è riscontabile nell'intervento effettuato nei tre laghi di Val Salarno: i laghi Dosazzo, Salarno e Macesso. Dopo la costruzione della diga di Salarno, con l'intenzione di ampliarne la capacità, venne realizzata nel lago a monte, il Dosazzo, l'escavazione dai detriti che nel corso del tempo si erano depositati nel suo bacino. Contemporaneamente gli inerti di risulta dallo scavo furono depositati nel lago di valle, il Macesso, interrandolo.

Molto più degli edifici delle Centrali sono state le infrastrutture idrauliche ad incidere sul territorio ed a modificare l'ambiente montano, principalmente nelle Valli Salarno e Avio. Le opere di raccolta e regimazione delle acque hanno creato un paesaggio nuovo per la forte presenza e concentrazione di serbatoi, dall'aspetto e dalla dimensione palesemente artificiali. In altri casi la costruzione della diga, per forma e dimensione, si è 'relazionata' alla conformazione del terreno e alla precedente presenza del bacino naturale (Baitone, Arno) ampliandolo in forma dialogica senza stravolgerne la conformazione. Indubbiamente queste opere di sbarramento suscitano un certo fascino estetico, per l'adeguatezza della forma e l'espressione chiara dell'istanza di funzionalità, e per la forza di contenimento della massa d'acqua.

Le strutture produttive maggiormente visibili dal territorio urbanizzato sono gli edifici delle Centrali, terminali della filiera di raccolta dell'acqua e cuore tecnologico della produzione elettrica. Si tratta in genere di edifici di discrete dimensioni, con un volume principale –la sala macchine- adatta ad ospitare i gruppi produttivi disposti in serie e altri corpi adiacenti che contengono la sala di comando, le apparecchiature di trasformazione e i locali per la manutenzione. Per ragioni di sicurezza, in genere, la cabina elettrica viene collocata all'esterno. Per tutta la prima metà del Novecento le Centrali adottano un linguaggio sostanzialmente eclettico che spesso cerca una mediazione con il paesaggio montano e con l'architettura tradizionale, per mezzo di forme storicistiche e dettagli decorativi. Esse sono progettate per celare la funzione produttiva mitigandola in alcuni casi nella forma del palazzo, in altri della cattedrale produttiva. Si differenziano nettamente dalla fabbrica tradizionale per dimensioni, materiali, aperture e collocazione urbanistica, ma soprattutto per l'enfasi formale mediante la quale intendono raffigurare la 'storica solidità' dell'Azienda produttiva. Sono realizzate alla confluenza con le condotte forzate che scendono dal pendio e mitigano romanticamente il proprio rapporto con il

⁸ G.Berruti, *Laghi alpini del bresciano*, Brescia, Editoriale Ramperto, 1985.

paesaggio ed il bosco mediante forme modellate e l'uso dei materiali locali, principalmente pietra, a volte legno. La loro immagine viene disegnata per ottenere un'integrazione paesaggistica ma spesso l'effetto è quello dello 'straniamento', in un contesto che con difficoltà accoglie il mimetismo stilistico. Il principio di funzionamento della Centrale, nelle sue linee generali, è piuttosto semplice: si tratta di convogliare un flusso d'acqua mediante una condotta forzata per muovere uno strumento utilizzatore, la turbina, il cui albero di rotazione è collegato ad un generatore di corrente alternata: l'alternatore. Un impianto idroelettrico si compone dunque essenzialmente delle seguenti parti: le opere civili, necessarie a raccogliere l'acqua, a liberarla dai principali corpi estranei e a convogliarle alle opere idrauliche; le condotte che la trasportano in pressione fino alle opere elettromeccaniche (turbina e generatore di corrente), dove avviene la trasformazione dell'energia potenziale e cinetica dell'acqua in energia elettrica; le opere di restituzione che scaricano l'acqua al suo corso naturale. Gli studi elettrotecnici sulla trasmissione elettrica a distanza, che hanno occupato per alcuni decenni le ricerche degli scienziati, trovano applicazione pratica e determinano la realizzazione di elettrodotti sempre più potenti e di lunga estensione. Essi attraversano le vallate prealpine segnando il paesaggio con la sequenza di imponenti tralicci metallici che, reggendo i cavi dell'alta tensione a distanze sempre maggiori, impongono al territorio la nuova estetica dell'artificialità tecnica. Gli elettrodotti enfatizzano e visualizzano astrattamente il flusso e la velocità dell'elettricità, mentre, le stazioni di partenza e di arrivo sono sempre ignote a qualsiasi osservatore, diventando segni fisici di come la modernità abbia mutato radicalmente paradigmi concettuali e percettivi: non basta infatti chiamarli 'alberi elettrici' per definirne compiutamente l'essenza.

Problematicità

La produzione di energia idroelettrica costituisce la più importante fonte di energia rinnovabile in Italia. Il "grande idroelettrico" (impianti con potenza superiore a 10 MW) e in misura minore il "piccolo idroelettrico" forniscono oltre il 70% della produzione complessiva lorda italiana da fonte rinnovabile.⁹

L'energia idroelettrica presenta alcuni indubbi vantaggi, soprattutto rispetto alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili: la rinnovabilità, l'azzeramento delle emissioni di anidride carbonica per assenza di combustione, il costo limitato del 'motore acqua', la significativa quota apportata alla produzione complessiva italiana di energia, l'utilizzo degli invasi idroelettrici per usi accessori (attenuazione delle piene), infine il valore storico-culturale delle macchine e delle infrastrutture idrauliche, alcune risalenti ai primi decenni del secolo scorso.

Per i microimpianti si possono segnalare gli aspetti positivi di una tipologia di generazione elettrica che consente, ad esempio, di disporre di energia in luoghi difficilmente accessibili,

⁹ fonte Gestore sistema elettrico, 2005

Tuttavia anche la produzione idroelettrica comporta problemi sia di carattere ambientale che di sicurezza del territorio. Questi si manifestano principalmente nei luoghi stessi di produzione, negli ambiti naturali su cui insistono le opere del sistema, mentre i vantaggi della fonte energetica sono percepibili nei luoghi di distribuzione.

Gli impatti ambientali possono essere distinti in quelli legati alla fase di cantiere, di carattere prevalentemente temporaneo, e quelli relativi alla presenza e gestione degli impianti, con effetti lunghi e legati alla vita e alla tipologia dell'impianto stesso. Nel caso di un piccolo impianto ad acqua fluente l'incidenza ambientale è limitata; nel grande impianto a bacino l'aspetto paesaggistico e le alterazioni idrogeomorfologiche possono assumere invece grande rilevanza. Tali impianti sono costituiti da una rete di infrastrutture di captazione, di trasporto, di accumulo e di caduta forzata delle acque che complessivamente determinano una modifica, anche sostanziale, dell'assetto originario del territorio e dei regimi naturali dei corsi d'acqua, causando impatti ambientali sul paesaggio e sugli ecosistemi e conseguenze economiche sulle attività già presenti.

Lo sbarramento del corso d'acqua comporta la drastica riduzione o l'interruzione dei flussi idrici, di trasporto dei sedimenti, della fauna ittica e in generale della continuità biologica. In particolare, tale interruzione può manifestarsi con la diminuzione della portata a valle dello sbarramento, con l'effetto negativo che si ripercuote lungo tutto il successivo percorso sino al ricongiungimento con le acque restituite all'alveo. Tutto ciò viene accentuato dalla presenza di Centrali 'in serie' che, con la disposizione a cascata delle captazioni idriche, consegnano direttamente a un impianto a valle l'acqua già turbinata estendendo gli effetti a tratti significativi del bacino idrografico.

L'alterazione delle caratteristiche morfologiche dell'alveo e la modifica dei sedimenti solidi -soprattutto per le acque di fusione dei ghiacciai- sono percepibili solo nel lungo periodo. Altresì gli effetti sulle comunità animali e vegetali sono ad evidenza immediata e spesso gravi ed irreversibili. L'alterazione dell'habitat, che produce l'assenza o la diminuzione delle specie ittiche, dei macroinvertebrati acquatici, di molte varietà vegetali, costituisce un impoverimento dell'ambiente fluviale. La carenza di acqua fluente determina la riduzione della capacità naturale di autodepurazione e la concentrazione degli inquinanti nei corsi e nelle falde, lungo tutto il corso posto a valle degli impianti, nonché una complessiva perdita di naturalità.

L'impatto di una diga e del suo invaso sul paesaggio naturale montano è significativo, e non solo per gli aspetti visivi. Infatti dal punto di vista geologico si possono creare carichi elevati che possono indurre eventi di smottamento o frana del terreno.

La presenza di grandi volumi d'acqua invasata può comportare, in concomitanza di particolari condizioni idrogeologiche, un problema di sicurezza per il territorio: eventi di piena, instabilità dei versanti, terremoti, eventuale malfunzionamento delle opere idrauliche, cedimenti strutturali o difetti costruttivi (ricordiamo che a distanza di decenni la ferita del disastro del Gleno è ancora aperta). Questi aspetti

sono particolarmente importanti perchè l'età media delle infrastrutture e degli impianti idroelettrici è superiore ai cinquanta anni¹⁰, ed il territorio a valle degli impianti è densamente popolato. I gestori degli impianti, Enel e Edison, hanno effettuato nel corso del tempo interventi di manutenzione ordinaria sulle opere edili e idrauliche, e di carattere straordinario per l'adeguamento alla normativa ed alle prescrizioni di legge; inoltre assicurano attraverso l'indispensabile monitoraggio le normali condizioni di sicurezza.

Quando gli impianti sono collocati in territori montani, a quote elevate, all'interno di parchi o aree protette, vulnerabili, è necessario garantire la maggior tutela ambientale possibile, compatibilmente con le attrezzature già realizzate e mettendo a punto efficaci meccanismi di gestione di esercizio. Particolarmente importante è il rilascio di una quantità di acqua per mantenere adeguate condizioni idrologiche all'interno dell'alveo. Questa quantità, il Deflusso Minimo Vitale, è così definita dall'autorità di bacino del fiume Po: “ *il deflusso che, in un corso d'acqua naturale deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica*”. Essa è stata inserita nella normativa italiana a partire dalla legge 183/89 e definita dalle Regioni all'interno del Piano di Tutela delle Acque. Una gestione ambientalmente sostenibile della produzione idroelettrica dovrebbe essere supportata dalla conoscenza più approfondita di come le condizioni operative di un impianto idroelettrico influiscono sulla risorsa idrica, dalla progettazione di metodologie che integrino i monitoraggi con le analisi territoriali. Efficaci criteri guida e strumenti operativi consentono di individuare soluzioni gestionali migliorative, per superare situazioni conflittuali tra i differenti attori coinvolti (concessionari, enti di controllo, comunità locali, pubbliche amministrazioni) e per ridurre le modificazioni ambientali da tempo prodotte.

Una forte e diffusa coscienza collettiva può difendere la risorsa acqua come 'bene' comune essenziale, anche di fronte alla nuova fase di sfruttamento che si profila. Ciò che è accaduto nei primi anni del Novecento con la caccia alle concessioni di utilizzo dell'acqua ai fini produttivi si ripete oggi, con la corsa per l'acquisizione delle concessioni di utilizzo delle reti idriche (gli acquedotti), e, di fatto, con la privatizzazione dell'acqua potabile.

L'aspetto del paesaggio montano risulta quindi decisamente mutato e nell'arco alpino lo sfruttamento intensivo dell'energia idroelettrica è tale che ormai solo il 10% dei corsi d'acqua conserva condizioni di naturalità: siamo ormai ad un limite massimo. E' indispensabile ripensare il futuro, malgrado i 'dispositivi' che continuamente distraggono l'attenzione dalle questioni fondamentali. E' necessario, in prossimità del pericolo, cercare ad ogni costo, '*ciò che salva*'; verificando se questa salvezza porta l'antico nome greco di *techne*, proprio nella sua affinità alla *poiesis*, in quanto produzione del vero e del bello al fine di trovare consonanza con la natura (*physis*).

¹⁰ Fonte ITCOLD 2006

La produzione idroelettrica utilizza il ciclo dell'acqua determinato dall'energia del sole e la sua coerente evoluzione moderna (come intuì il fisico italiano Orso Mario Corbino già nei primi anni trenta) può essere rappresentata dall'energia solare. Le ricerche in campo scientifico e tecnico, se sostenute, permetteranno una rivoluzione radicale mediante la conversione della radiazione solare direttamente in energia elettrica attraverso sistemi di grande efficienza.

Se risulta difficile non pro-vocare la natura per renderla impiegabile, se non è possibile pensare ad una salvezza estranea alla tecnica, che ciò avvenga in modo intelligente e compatibile; possibilmente sotto la guida di una nuova 'etologia', intesa come un'arte del convivere, dell'abitare, dell'aver casa insieme ad altri, nella natura e come natura. L'ethos quindi inteso come il nostro caratterizzarci come elementi di natura, in tutta la contraddittorietà di questo rapporto ma anche in tutta la sua necessità.

La coscienza critica dei cittadini, il pensiero, la politica e le raffinate tecnologie energetiche possono ancora 'salvare' dall'usura l'acqua, l'aria e la terra?

PROMETEO: Il tempo che invecchia finisce per insegnare ogni cosa.

ERMES: Eppure tu ancora non sai essere saggio.

Eschilo, *Prometeo incatenato*.



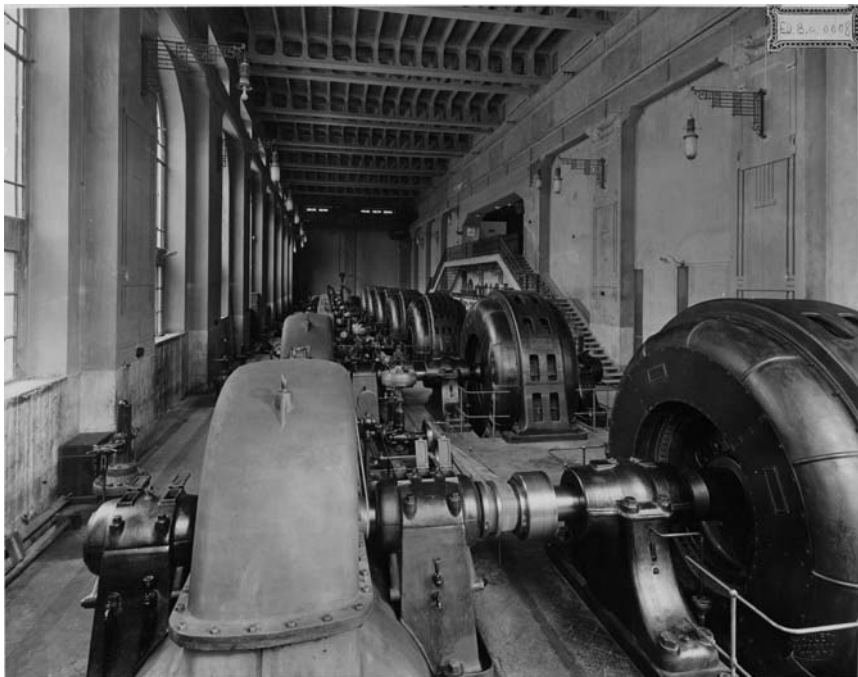
La diga del Venerocolo in costruzione. 1958



La diga del Lago d'Avio



La diga del Salarno in costruzione



La sala macchine della Centrale Poggia di Cedegolo