



# L'impatto ambientale del'idroelettrico Il caso Vajont

Emanuele Poli\*

\* Università di Bolzano e Università Ca' Foscari di Venezia

## **Introduzione**

Nell'ampia categoria dei disastri di origine naturale si può fare riferimento ai fenomeni legati al dissesto idrogeologico (frane, smottamenti, alluvioni), ai terremoti, alle eruzioni vulcaniche. Non sono tuttavia da trascurare gli tsunami (maremoti), gli uragani, le tempeste di vento. La quasi totalità di questi eventi coinvolge tutti i continenti: nel Nord ricco come nel Sud arretrato. Il verificarsi di ciascuno di questi fenomeni, per quanto ampio possa essere il suo carico di calamitosità, ha riflessi soprattutto locali.

È anche noto, però, che se le acque di un fiume potessero allagare liberamente quella che dovrebbe essere la sede naturale del fiume stesso, molte alluvioni non avrebbero conseguenze particolarmente dannose. Se esse diventano calamità è perché gli uomini si sono comportati nei riguardi dei fiumi come intrusi. Non si sono rassegnati all'idea di lasciare libere le fasce di terreni fertili e pianeggianti che costeggiano i corsi d'acqua e che il fiume occupava solo in qualche periodo dell'anno, magari dopo piogge particolarmente forti (MIGLIORINI P., 1981).

Così l'uomo ha cominciato a coltivare e a costruire case, strade e ferrovie in aree portate via al letto maggiore, nella fatalistica e colpevole assenza non solo di valutazioni dell'impatto ambientale di queste operazioni, ma anche dell'analisi dei costi da affrontare di fronte ai benefici ricavabili. Talora, quando la concentrazione di eventi meteorici è particolarmente intensa, le opere di difesa passiva si dimostrano inefficienti e il rischio si manifesta in tutta la sua distruttrice potenzialità. È anche vero, però, che esistono pure, e talora soprattutto, opere di difesa attiva che hanno non solo l'obiettivo – oggi sempre più difficilmente realizzabile – di non entrare in competizione con il fiume, ma anche di evitare di accrescerne il potenziale dannoso.

A questo proposito è giusto affermare che la prima difesa della pianura (la sede delle maggiori alluvioni) avviene in montagna. È qui che è necessario compiere azioni di difesa attiva quali il rimboschimento, la regolamentazione delle acque superficiali, la realizzazione di opere di invaso delle acque e, non ultimo, l'astenersi da azioni che accelerino il degrado del suolo (disboscamento, messa a coltura di terre boschive, incendi del sottobosco, abbandono delle terre, 'urbanizzazione' di aree franose).

L'energia idroelettrica copre circa il 7% dei consumi mondiali ed è la più importante fonte di energia rinnovabile. Utilizza la forza dell'acqua, che fa girare una turbina trasformandola in energia meccanica; a sua volta, un alternatore la converte poi in energia elettrica.

Esistono sostanzialmente due tipi di centrali: quelle che sfruttano la caduta dell'acqua da grandi altezze e quelle ad acqua fluente. Le prime sono le più diffuse, ma sono anche quelle che possono provocare problemi di impatto ambientale, soprattutto quando vengono costruite grandi dighe per sbarrare il corso dei fiumi.

L'obiettivo di questo contributo è l'analisi delle ripercussioni che questo tipo di costruzioni hanno sull'ambiente. Si valuteranno non solo le ricadute che le grandi dighe hanno sull'ecosistema, ma anche i rischi di gravi incidenti che, come insegna la storia del nostro Paese, si possono verificare a causa di tali costruzioni: nel 1963 una frana staccatasi dal Monte Toc precipitò nel bacino artificiale formato dalla

diga del Vajont (in Friuli); l'onda che si formò, scavalcò le barriere della diga, inondando la valle e provocando più di 1900 morti.

La diga del Vajont, oggi in disuso, è stata ed è tuttora al centro di discussioni, convegni e campagne di denuncia a causa dei danni che ha provocato. Le grandi dighe sono quindi simbolo di uno sviluppo che talvolta provoca le violazioni dei diritti dei popoli e dell'ambiente.

Nei dibattiti passati e attuali trovano spazio, assieme alle questioni puramente tecniche, considerazioni relative alla democrazia e a i diritti di ognuno – individuo, gruppo, popolo o realtà sociale – a partecipare attivamente come soggetto politico alle scelte. Un imperativo che si scontra quotidianamente con gli interessi di élite commerciali, economiche e politiche ansiose di perseguire i propri interessi particolari.

In quest'ottica, il lavoro cerca di raccogliere e approfondire tali riflessioni al fine di sviluppare nell'alunno il senso del rispetto e del diritto a uno sviluppo socialmente giusto ed ecologicamente durevole.

I movimenti di opinione e molte delle rivendicazioni che negli ultimi anni hanno sollecitato l'attenzione internazionale hanno il loro fulcro nella richiesta di uno sviluppo di tipo nuovo, che sia ecologicamente sostenibile, economicamente equo e socialmente giusto: queste richieste, di cui la Campagna per la riforma della Banca Mondiale si fa interprete, guidano l'analisi che qui viene presentata, utilizzando un esempio, quello delle dighe, in cui emergono con chiarezza le contraddizioni del cosiddetto 'sviluppo'.

### ***L'energia idroelettrica***

L'acqua è stata una delle fonti più antiche per la produzione di energia rinnovabile, abbondante e pulita. Si ricava energia dall'acqua quando quest'ultima è in movimento; 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'acqua in movimento produce energia cinetica e corrisponde quindi all'energia contenuta nell'acqua del mare, dei fiumi o torrenti.

Attualmente, la presenza di circa ottocentomila dighe fornisce il 16% dell'energia elettrica, nonostante venga sfruttata solo una piccola parte delle risorse idriche tecnicamente utilizzabili (TINCATI C., DELL'ACQUA M., 2014).

In paesi come la Norvegia, il Brasile, il Venezuela, il Canada, lo sfruttamento delle acque correnti è un'importantissima fonte per la produzione di energia elettrica.

Molto minore risulta 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.

In apertura: *particolare ridotto della Carta Topografica d'Italia, scala 1:25000, 23 I NE, Cimolais, Istituto Geografico Militare, Firenze, 1969.*

Particolarmente scarso è lo sfruttamento idrico in Africa in rapporto alle enormi potenzialità di questo paese. 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 (PALAZZO B., 2013). Il principio su cui si basano le centrali idroelettriche è quello di trasformare l'energia potenziale di una massa di acqua in quiete e/o l'energia cinetica di una corrente di acqua in energia meccanica e successivamente trasformare questa energia meccanica in energia elettrica. Gli impianti idroelettrici si suddividono in grandi impianti idroelettrici (o più semplicemente idroelettrici) e in impianti idroelettrici minori (o mini-idroelettrici); la suddivisione avviene in base alla potenza installata nell'impianto e si può assumere come valore di soglia la potenza di 10 megawatt.

Le centrali idroelettriche sono caratterizzate anche da una grande flessibilità di impiego. Grazie agli odierni sistemi di automazione, infatti, è possibile passare dallo stato di centrale ferma a quello di massima potenza in poche decine di minuti. Per questa loro peculiarità, le centrali idroelettriche sono più rapide di quelle termoelettriche nell'incrementare la loro produzione di energia elettrica nelle ore di maggior richiesta. Il processo produttivo idroelettrico è, dunque, conveniente non soltanto sotto il profilo economico e ambientale, ma anche sotto quello dell'efficienza operativa. Gli impianti idroelettrici possono anche essere definiti in base alla tipologia impiantistica come impianti a deflusso regolato o ad acqua fluente. Un impianto idroelettrico a deflusso regolato è composto, in genere, da cinque elementi: un sistema di raccolta dell'acqua, una condotta forzata, una turbina che trasforma l'energia potenziale in energia meccanica, un generatore che converte l'energia meccanica in elettrica e un sistema di controllo e regolazione della portata dell'acqua. Una volta utilizzata, l'acqua viene restituita al suo corso naturale senza aver subito alcuna trasformazione nelle sue caratteristiche chimico-fisiche. Il sistema di raccolta è costituito principalmente da un'opera di sbarramento o diga. In base alle caratteristiche del luogo dove viene realizzato lo sbarramento, vi sono diverse tipologie di traverse (sbarramenti di piccola entità) o dighe (TANZINI M., 2013).

La diga ha lo scopo di sbarrare la valle in cui scorre il fiume. Le acque non potendo più proseguire il loro corso formano un lago artificiale, dal quale è facile prendere acqua anche quando il fiume è in magra o addirittura quando è in secca.

Un canale a lieve pendenza conduce l'acqua spillata alla base della diga in un punto più avanzato della valle, che viene chiamato vasca di raccolta. Dalla vasca di raccolta, l'acqua viene inviata alla centrale idroelettrica per mezzo di grosse tubature, dette condotte forzate. Si chiamano così perché queste tubature, che hanno una fortissima pendenza, forzano l'acqua, cioè la costringono a scendere a grande velocità. Arrivata alla centrale l'acqua inizia a 'lavorare', e questo suo lavoro sarà capace di produrre l'energia elettrica. Nella centrale l'acqua mette in azione una macchina che si chiama turbina, la quale è costituita da una grossa ruota metallica alla quale sono unite numerose pale, anch'esse in metallo, e trasforma l'energia cinetica dell'acqua in energia meccanica (il movimento rotatorio della turbina). L'acqua, uscendo dalle condotte forzate con grande impeto, è proiettata sulle pale e fa girare la ruota.

Dispositivi speciali sono in grado di far uscire una maggiore o minore quantità d'acqua dalla condotta forzata e, di conseguenza, di far girare più o meno rapidamente la ruota della turbina. Essa è collegata a sua volta con un'altra macchina: così il suo movimento mette in azione anche la macchina alla quale essa è collegata: l'alternatore, apparecchio in grado di trasformare in energia elettrica la forza che la turbina gli trasmette con il movimento. Possiamo dunque dire che l'alternatore è la macchina che produce energia elettrica.

A questo punto si presenta il problema di trasportare l'energia elettrica dalla centrale ai luoghi dove verrà poi utilizzata. Prima di essere convogliata nelle linee di trasmissione che la trasporteranno ai luoghi di utilizzazione, grazie ai tralicci, la corrente elettrica passa attraverso uno speciale apparecchio, che prende il nome di trasformatore.

Il trasformatore abbassa l'intensità della corrente prodotta dall'alternatore, elevandone però la tensione a migliaia di Volts. Giunta sul luogo di impiego, prima di essere utilizzata, la corrente passa di nuovo in un trasformatore che questa volta, alza l'intensità e abbassa la tensione così da renderla adatta agli usi domestici.

Le dighe sono classificate in base alla forma, alla struttura e ai materiali usati. I principali tipi di diga sono a gravità, ad arco, a contrafforti e in terra.

Le dighe a gravità sono solide strutture in calcestruzzo a sezione trasversale triangolare; la diga è spessa alla base e più sottile verso la sommità. Viste dall'alto, sono o diritte o leggermente curve e la parete rivolta verso monte è quasi verticale. Le dighe ad arco invece hanno una struttura particolarmente leggera grazie alle caratteristiche di resistenza degli archi, che consentono di scaricare ai vincoli laterali (e quindi alla montagna) il carico dell'invaso. Le dighe ad arco possono essere a curvatura semplice, lavorando come una serie di archi orizzontali sovrapposti (tipiche per le valli con 'forma a U') o a doppia curvatura lavorando come una cupola (tipiche per le valli con 'forma a V'). La struttura riceve la spinta dell'acqua dell'invaso (e altre azioni secondarie) e la scarica sulle sponde della vallata, dette 'spalle', come l'arco o la cupola scaricano il proprio peso e le azioni degli agenti atmosferici sulle fondazioni. Una tristemente famosa diga ad arco a doppia curvatura di contenimento e di sbarramento è quella del Vajont, alta circa 265 metri e larga alla base 27. Per rendersi conto della resistenza di questo tipo di dighe basti pensare che la diga del Vajont è rimasta praticamente intatta in seguito all'impatto della tragica frana del Monte Toc. La sollecitazione di punta si calcola sia stata circa 10 volte quella massima prevista a progetto e tuttora sostiene la pressione di circa 200 metri di terra e roccia residui della frana.

Le dighe a contrafforti hanno una parete rivolta verso monte, che sorregge le acque dell'invaso, e una serie di contrafforti o muri verticali triangolari che sorreggono la parete e scaricano il peso dell'acqua sulla fondazione. Infine le dighe in terra sono le dighe più semplici; in pratica sono costituite da un semplice cumulo di terra con al massimo un nocciolo stagno al centro oppure con un rivestimento impermeabile sul lato a monte. La loro dimensione è dovuta solamente ai limiti di coesione della terra o roccia con la quale sono costruite, quindi solitamente raggiungono altezze limitate e vengono sfruttate più come strutture di contenimento che di sbarramento, ma hanno il vantaggio che la loro costruzione non è particolarmente problematica.

### ***L'impatto ambientale dell'energia idroelettrica***

Associata all'acqua e a tutto ciò che questa rappresenta per il nostro immaginario, l'energia idroelettrica suggerisce alla nostra mente l'idea di fonte energetica pulita, eco-compatibile e soprattutto rinnovabile. Infatti, la produzione di energia per via idroelettrica presenta l'indiscutibile vantaggio ambientale di non immettere nell'atmosfera sostanze inquinanti, polvere e calore. I costi dell'energia così prodotta si mantengono tra i più bassi e la stessa energia può essere prodotta continuamente in modo del tutto naturale. Anche i costi di manutenzione e di funzionamento sono relativamente bassi una volta realizzata la centrale, e la portata stessa della centrale è da due a dieci volte più elevata in confronto a un impianto a carbone o nucleare. Le centrali possono essere tempestivamente attivate o spente nel giro di qualche minuto, con l'apertura e la chiusura delle chiuse idrauliche. Il sistema permette così anche di coprire senza problemi eventuali picchi nella richiesta di energia dalle zone circostanti. Una possibilità che invece non è realizzabile con le centrali termoelettriche o nucleari che hanno bisogno di più tempo per attivarsi e non possono essere spente senza lunghi tempi di riattivazione, restando così in una tipologia di utilizzo senza interruzione di sorta (POLI E., 2014 ).

Però, bisogna considerare che l'impatto di una grande diga e del suo invaso o di una centrale idroelettrica sul paesaggio non è certo trascurabile e non è soltanto di natura visiva.

Per comprendere appieno l'impatto ambientale che le dighe hanno sul territorio è necessario valutare gli effetti indotti dalla diga sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio dell'opera realizzata. È indispensabile valutare l'idoneità tra il manufatto edilizio esistente e l'ambiente circostante, le connessioni ecologiche e la riqualificazione e ricostituzione dell'habitat.

La costruzione di una diga può provocare diverse tipologie di danni all'ambiente e alle persone. Ne sono esempio i danni all'ecosistema, l'instabilità dei territori antropizzati, la riduzione della portata di acqua per un tratto fluviale, l'insostenibilità economica, le attività di cantiere, l'impatto visivo sul paesaggio, l'impatto acustico, il clima locale e l'instabilità dei versanti.

Lo sbarramento del corso d'acqua comporta, in misura maggiore o minore, l'interruzione dei flussi idrici, della fauna ittica e in generale della continuità biologica: si trasforma un ambiente di acque correnti (acque lotiche) in un ambiente di acque ferme (acque lentiche). Ciò significa che vi è un significativo sconvolgimento dell'ecosistema fluviale con gravi problemi al patrimonio ittico e naturalistico. Per legge, è previsto che il prelievo non possa superare una percentuale della portata naturale per garantire quello che viene chiamato il 'minimo vitale', tale da permettere la vita del corso d'acqua e dei suoi ecosistemi. In realtà nei periodi di siccità, lunghi tratti di corsi d'acqua vengono di fatto lasciati praticamente all'asciutto con i conseguenti danni ambientali.

La costruzione indiscriminata di dighe sta minacciando i fiumi più grandi e più importanti del mondo: lo Yangtze in Cina, il Rio de La Plata nell'America del Sud, il Tigri e l'Eufrate nel Medio Oriente sono sempre più concretamente minacciati da queste costruzioni. La denuncia è contenuta in un rapporto del WWF, "Fiumi a

rischio". Il rapporto afferma che i governi non stanno applicando le raccomandazioni della Commissione Mondiale sulle Dighe (WCD) per quanto concerne i loro progetti. Le dighe interferiscono con l'equilibrio ecologico dei fiumi privandoli dell'ossigeno e delle sostanze nutrienti e influenzando sugli spostamenti e sulla riproduzione di pesci e di altre specie d'acqua dolce. Per esempio, la Cina – il paese con il numero più elevato di dighe progettate o in costruzione – può vedere estinguersi specie in pericolo come il delfino dello Yangtze e parecchi uccelli acquatici, se la costruzione indiscriminata di dighe continuerà a distruggere i relativi habitat. Il WWF esorta le amministrazioni e i costruttori di dighe a considerare una priorità l'impiego efficiente delle risorse idriche, applicando standard internazionalmente accettati, come quelli del WCD, ai progetti per la costruzione di dighe, in modo da minimizzarne l'impatto negativo in campo ambientale, sociale ed economico (NIGRO L., MAFFIO A., 2006).

1) Instabilità dei territori antropizzati. Le dighe hanno sottratto proprietà ai piccoli contadini, ai lavoratori rurali, ai pescatori.

2) Riduzione della portata di acqua per un tratto fluviale. La derivazione di acqua superficiale inevitabilmente toglie una certa portata del fiume. Le comunità dislocate a valle patiscono maggiormente le dighe, per via dei fiumi in secca e degli stock di pesce drasticamente ridotti. Il deflusso minimo vitale (DMV) è la minima portata di acqua che deve essere rilasciata nel corso d'acqua a valle dello sbarramento o dell'opera di presa per garantire un deflusso a valle sufficiente per altri usi (ambientale, approvvigionamento idrico, pesca): costituisce un parametro di valutazione per la stima dell'effettiva incidenza che hanno le derivazioni sui corpi idrici assoggettati. L'impiego tecnico di un criterio di progetto basato su tale parametro non è facile, in quanto lo stesso può essere valutato sulla base di due diversi punti di vista: quello idrologico (basato su dati statistici e formule empiriche) e quello idrobiologico (basato su criteri scientifici, applicabili solo a quel corso d'acqua).

3) Insostenibilità economica. Un recente studio di ricercatori dell'Università di Oxford, dal titolo *Should we build more large dams? The actual costs of hydro-power megaproject development* in pubblicazione sul numero di giugno della rivista internazionale *Energy*, rivela che progettisti e decisori politici hanno sistematicamente sottovalutato i costi e i tempi necessari per l'attuazione di grandi progetti di dighe. Lo studio, che ha preso in esame 245 dighe costruite in 65 Paesi tra il 1934 e il 2007 con parete di contenimento alte oltre i 15 m, costituisce un'analisi completa sulla validità economica di tali opere, dimostrando che i costi effettivi per la loro costruzione sono troppo elevati per poter conseguire rendimenti positivi. Ricercatori hanno evidenziato che i costi effettivi per la costruzione di queste 'grandi dighe' sono risultati mediamente superiori del 96% di quelli stimati (solo quelle costruite nel Nord America si sono limitate a superare i costi preventivati del 27%), con l'impossibilità di quasi la metà di queste di ammortizzare i costi di realizzazione, con un allungamento dei tempi di costruzione del 46% (27 mesi) rispetto a quelli previsti e, soprattutto, con l'aumento percentuale di superamento dei costi proporzionale alle dimensioni della diga (capacità installata o altezza della parete).

4) Attività di cantiere. Occupazione di suolo, abbattimento della vegetazione, polveri, rumore, vibrazioni, movimentazione di terreno e intorbidamento delle acque, produzione rifiuti.

5) Impatto visivo sul paesaggio. Per quanto riguarda l'impatto visivo dei grossi impianti idroelettrici sul paesaggio, è evidente e difficilmente mascherabile: in questo caso è necessaria un'attenta valutazione dell'impatto dell'impianto sul territorio, verificandone anche una possibile valorizzazione estetica. Ognuno degli elementi di un impianto (opere di presa, sbarramento, centrale, opere di restituzione, sottostazione elettrica) può determinare un cambiamento nell'impatto visuale del sito. Per diminuire questi impatti si possono mascherare alcuni di questi elementi mediante la vegetazione, usare colori che meglio si integrino con quelli del paesaggio ed eventualmente costruire nel sottosuolo una parte degli impianti (per esempio la centrale).

6) Impatto acustico. Le possibili cause di rumore proveniente da una centrale sono la turbina e il moltiplicatore di giri.

7) Dighe e clima locale. La presenza di una diga influenza il microclima dei territori circostanti a causa della grande massa d'acqua che si raccoglie a monte della diga stessa. L'acqua, infatti, ha un'elevata capacità termica, un parametro che indica la quantità di calore necessaria a innalzare di 1°C la temperatura di un corpo: ciò vuol dire che l'acqua, per riscaldarsi assorbe molto calore, prelevato dall'atmosfera. Durante l'estate, quindi, l'acqua, assorbendo grandi quantità di calore dall'aria, mitiga la temperatura atmosferica. Il contrario avviene durante l'inverno, quando, l'acqua, nel raffreddarsi, cede molto calore all'atmosfera. Nei pressi dei bacini artificiali, durante l'estate la temperatura atmosferica sarà più bassa di quella dei territori circostanti perché l'acqua sottrae calore all'aria; durante l'inverno il microclima nella zona lacustre sarà più caldo rispetto alle zone vicine, perché il lago cede il calore immagazzinato all'atmosfera che si riscalda. L'estensione della zona interessata dipende dal volume d'acqua che la diga riesce a trattenere.

8) Instabilità dei versanti. Quando viene realizzato uno sbarramento, si deve porre particolare attenzione alle conseguenze che la creazione del lago artificiale può comportare sulla stabilità dei terreni costituenti le sponde e i fianchi della valle sovrastante l'invaso, nonché l'influenza che la costruzione della diga ha sui pendii.

Lo studio di fattibilità geologica di una diga è molto importante e deve tenere conto oltre che delle caratteristiche portanti dei terreni anche della loro permeabilità, fattore fondamentale in relazione alla capacità della diga di contenere l'acqua. Dal momento che non sempre è possibile costruire la diga in zone completamente circondate da terreni o rocce impermeabili, in superficie o in profondità, si rendono necessarie considerazioni riguardanti il rapporto tra la litologia del sito e la sua capacità di contenere l'acqua. Per esempio, la presenza di strati o fessurazioni paralleli alla diga (quindi perpendicolare all'asse dell'invaso) è sfavorevole dal momento che la presenza di uno strato permeabile induce l'acqua ad allontanarsi ed essere così persa.

La memoria in questo caso corre all'evento idrogeologico più catastrofico nella storia dell'Italia unita: il Vajont.

## **La diga del Vajont**

La Valle del Vajont si trova sul confine tra Veneto e Friuli Venezia Giulia e sorge tra due monti: il Monte Salta sulla sponda destra del Torrente Vajont (lungo solo una quindicina di chilometri) e il Monte Toc che si colloca sulla sponda opposta; i paesi più estesi che si affacciano sulla valle sono Erto, Casso, Pineda e San Martino.

La realtà bellunese degli inizi del Novecento si presentava estremamente povera. Altissima infatti era la migrazione da questi luoghi poveri di risorse, isolate, fatto di crode aspre e valli strette. Di contro a questa povertà, il punto di forza della società bellunese era l'acqua. L'acqua era soprattutto mezzo di trasporto. Da Perarolo, appena sopra Longarone, partivano le zattere che trasportavano legname e persone giù fino a Venezia. Il Piave allora era un signor fiume, ingrossato dalle portate di numerosi affluenti. Con la modernità arrivarono strade e ferrovie e le zattere furono dimenticate, e la neonata industria idroelettrica si accorse della ricchezza bellunese. Nel dopoguerra, la crescente richiesta di energia elettrica portò a progettare la costruzione dell'enorme diga del Vajont, anche se i primi impianti idroelettrici erano già stati costruiti a partire agli inizi del secolo. Già prima della guerra la produzione bellunese costituiva un quattordicesimo dell'intera produzione idroelettrica nazionale. Questa diga, alta 266 m, avrebbe consentito di creare un bacino di 150 milioni di mc d'acqua e avrebbe permesso il funzionamento delle centrali idroelettriche anche in periodi dell'anno meno piovosi. Agli occhi dei dirigenti e dei tecnici della potente S.A.D.E., società monopolistica dell'elettricità nell'Italia nord-orientale, la sua realizzazione avrebbe costituito un colossale affare.

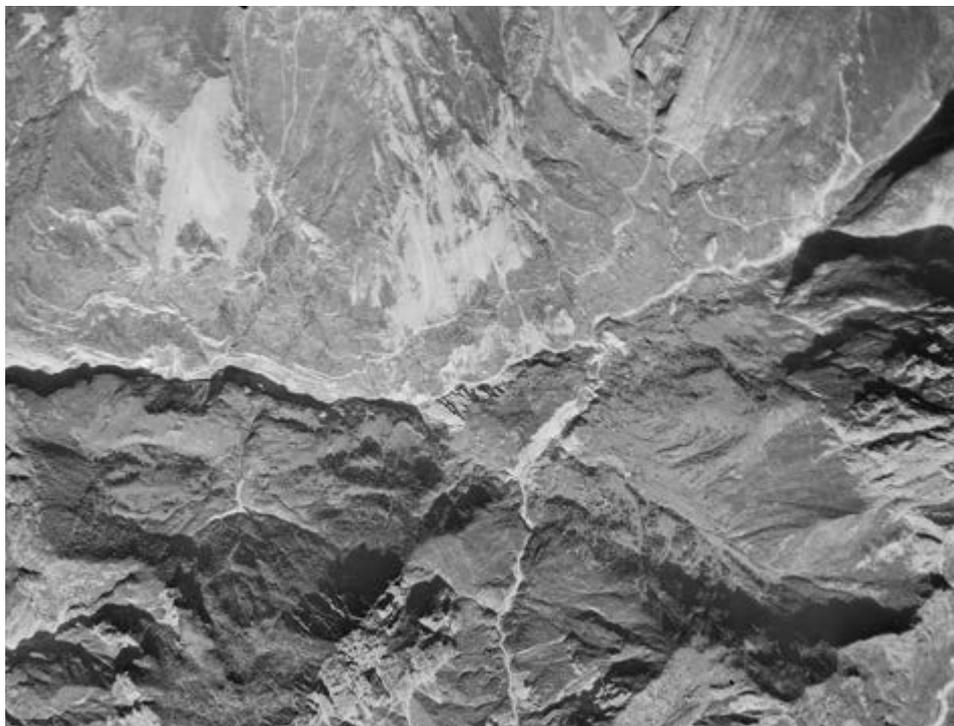
Sul Vajont un primo progetto venne presentato nel 1929 da Carlo Semenza per conto della Siv, controllata S.A.D.E. Nel 1937 l'ingegnere firmò il progetto esecutivo, che prevedeva un invaso massimo di 660 metri (dai 656 del '29): il serbatoio passava da 33,6 a 46 milioni di metri cubi d'acqua. Il progetto che unificava Piave, Boite e Vajont è del 1940: in piena guerra – periodo di autarchia – cresceva la richiesta di energia elettrica per le industrie di Porto Marghera. Durante la guerra vennero rilasciati i pareri favorevoli e le concessioni, con l'improbabile decisione del Consiglio superiore dei Lavori pubblici del 15 ottobre 1943. Nel 1948 la S.A.D.E. ottenne la concessione definitiva: fu la svolta, per quello che dal 1957 venne chiamato il 'Grande Vajont': un sistema complesso di dighe e bacini che collegava molti impianti, aveva il suo nucleo principale nel bacino del Vajont e il grosso della produzione nella centrale di Soverzene. I bacini coinvolti si trovavano sul Boite (la diga era a valle: 4,3 milioni metri cubi di serbatoio), sul Piave (Pieve di Cadore, 64 milioni), in Val Gallina (5,9 milioni). E sul Vajont, naturalmente. La diga saliva a quota 677 (dai 660 metri del 1937) e il serbatoio passava da 46 a 71 milioni di metri cubi. In seguito si aggiunse anche la diga di Pontesei (9,1 milioni di metri cubi), sul Maè. I lavori erano iniziati a gennaio del 1957, prima di essere autorizzati. Si sarebbero conclusi nel 1960 (ZANFRON B., 1998).

### ***Le cause del grande disastro***

Nella Valle del Vajont insisteva una paleofrana, cioè una frana preistorica staccatasi migliaia di anni prima, con un volume enorme che si era accumulato nella valle sbarrando il corso fluviale del Torrente Vajont. Successivamente la vegetazione e l'erosione l'avevano 'camuffata' facendola sembrare parte del versante della montagna. La scoperta dell'esistenza di questa paleofrana venne fatta dal geologo Edoardo Semenza, figlio del progettista della diga del Vajont, Carlo Semenza. Il geologo aveva effettuato una serie di rilevamenti e osservazioni delle rocce sul versante nord del Monte Toc, la montagna situata in sinistra idrografica del Torrente Vajont. Queste osservazioni gli fecero ipotizzare la presenza di una paleofrana del volume di 50 milioni di metri cubi. Più che un'ipotesi quella di Semenza era una vera e propria diagnosi, avallata da tantissimi dati raccolti sul campo e dall'osservazione della



*Il territorio vicino a Cimolais prima della costruzione della diga in un particolare ridotto della Carta Topografica d'Italia, scala 1:25000, 23 I NE, Cimolais, 1948, Istituto Geografico Militare, Firenze.*



*L'area dove sarebbe stata costruita la diga in un particolare della foto aerea, foglio 23, fotogr. 4429, str. 16c, Istituto Geografico Militare, Firenze, 1954.*

geomorfologia: le rocce si mostravano fratturate, con direzione degli strati 'anomale' e non coincidenti con il resto del versante. Inoltre la morfologia si presentava molto irregolare. Semenza individuò anche, sempre dopo giorni e giorni di rilevamento sul terreno, l'antico piano di scorrimento della frana. Infine un'ulteriore conferma della correttezza della sua tesi venne dall'individuazione di un antico alveo del fiume Vajont, completamente riempito dal corpo della frana, staccatasi probabilmente alla fine dell'ultima era glaciale, dopo lo scioglimento degli ultimi ghiacciai. L'enorme massa franosa si era dunque adagiata riempiendo l'intera valle, trovando in questo modo una nuova stabilità. Nel corso di migliaia di anni il Torrente Vajont aveva però eroso il piede della frana, scavando una nuova valle fluviale e di fatto rendendo nuovamente instabile l'antica massa franosa. La creazione dell'invaso artificiale, inoltre, aveva accelerato il processo di instabilità (SEMENZA E., 2001).

Nel grande serbatoio costruito, infatti, l'acqua entrava e usciva in tempi relativamente molto brevi. Il livello, pertanto, saliva e scendeva continuamente. Forze enormi che spingevano quando l'acqua saliva e poi mollavano quando l'acqua scendeva. Movimenti simili alle maree, ma che avvenivano in una valle di montagna. La diga costruita poteva contenere queste maree perché era un muro di calcestruzzo: cemento, calce idraulica, roccia, pietrisco e poi armato di ferro. Era un muro spesso diversi metri, in grado di contenere la spinta delle maree, più spesso in basso e più

sottile in alto. La spinta dipendeva anche dall'altezza della colonna d'acqua che ci stava sopra. Il problema era che la stessa spinta che l'acqua esercitava sul muro artificiale, la esercitava anche sulle pareti della montagna tutto intorno che non hanno la stessa robustezza del calcestruzzo armato. La diga era impermeabile, era bitumata, fatta apposta per respingere l'acqua e non assorbirla. Sulle pareti montagnose, invece, l'acqua si infiltra in ogni punto debole. Sin dall'inizio dei lavori, quando centinaia di uomini aprivano a forza di martelli pneumatici e di cariche esplosive il solco profondo nel quale versare poi i getti di cemento, si avevano le amare sorprese. Come si penetrava nei fianchi della roccia, questa si spezzava, si frantumava. Nelle fondazioni apparivano fratture profonde. Il cemento veniva bevuto in quantità assolutamente impreviste (PAOLINI M., VACIS G., 1997). Il 6 agosto 1957 il geologo austriaco Leopold Muller su commissione della S.A.D.E. presentò nella sua relazione parere negativo sulla sicurezza e sulla tenuta del Monte Toc: il terreno in sponda sinistra, caratterizzato da ammassi di sfasciame sui cui verdi pascoli sorgono numerosi casolari, è in forte pericolo di frana, sebbene sia una formazione rocciosa. La roccia è molto fratturata e degradata e può pertanto facilmente scoscendere. Muller ipotizzò persino la sagoma della frana che avrebbe potuto staccarsi dal Toc. Affermava che essa avrebbe avuto la forma di una 'M' (VASTANO L., 2008), ed è esattamente quella che oggi si può osservare come una ferita sul fianco della montagna: una conferma che non solo la frana era prevedibile, ma che sarebbe stata esattamente di quell'entità e di quella forma che si staccò il 9 ottobre 1963.

