

Le gallerie di esaurimento del lago residuo “C” del Vajont (Friuli-Venezia Giulia)

The emptying tunnels of the residual lake “C” of the Vajont (Friuli-Venezia Giulia, Italy)

Daniele Davolio¹, Alessandra Zecchin¹, Elvis Del Tedesco²

Riassunto

Il 9 ottobre del 1963, alle ore 22:39, un'enorme frana del volume di circa 270 milioni di m³ precipitò dal Monte Toc nel bacino artificiale del Vajont, generando un'onda alta diverse decine di metri che investì da prima i vicini paesi di Casso ed Erto e, scavalcata l'omonima diga appena ultimata, precipitò poi nella sottostante valle del Piave distruggendo completamente l'abitato di Longarone e molte delle sue frazioni limitrofe. Persero la vita in pochi minuti più di 1900 persone. All'indomani dell'immane tragedia l'ENEL si trovò ad affrontare, tra le altre, l'emergenza rappresentata da ciò che rimaneva del bacino artificiale del Vajont: una vasta porzione di lago residuo il cui livello iniziò a salire in maniera incontrollata nel giro di pochi giorni, creando nuovi scenari catastrofici per gli abitati di Erto e Cimolais in primis, e per l'intera Val Cimoliana poi. La costruzione in tempi record di tre tunnel di esaurimento del lago residuo scongiurò una sicura seconda catastrofe, consentendo di mettere in sicurezza quel che rimaneva della valle oramai già pesantemente ed irrimediabilmente compromessa.

Parole chiave: lago del Vajont, disastro del Vajont, diga del Vajont, frana, Friuli-Venezia Giulia.

Abstract

On 9 October 1963, at 10:39 PM, a huge landslide about more of 270 million m³ fell from Mount Toc in the artificial water basin of Vajont, generating a wave several tens of meters high that first swept the neighboring villages of Casso and Erto and, bypassed the homonymous dam just completed, then precipitated into the valley of Piave river, completely destroying the town of Longarone and many of its neighboring hamlets. In a few minutes more than 1900 people lost their lives. In the aftermath of the terrible tragedy, the electricity Italian company ENEL had to face, among the others, the emergency represented by what remained of the lake Vajont: a large portion of the remaining lake whose level began to rise uncontrollably in the lap a few days, creating new catastrophic scenarios for the inhabited areas of Erto and Cimolais in the first place, and for the entire Val Cimoliana then. The construction, in record time, of three tunnels of depletion of the remaining lake, prevented a sure second catastrophe, allowing to secure what remained of the valley now already heavily and irreparably compromised.

Keywords: Lake Vajont, Vajont disaster, dam of Vajont, landslide, Friuli-Venezia Giulia, Italy.

Il progetto del “Grande Vajont”

La creazione di un bacino artificiale nella stretta valle friulana del Vajont venne immaginato già sul finire degli anni Venti del Novecento da Carlo Semenza, futuro progettista della diga, mentre il progetto fu fatto proprio dalla Società Adriatica di Elettricità SADE nell'immediato dopoguerra. L'ultimazione degli altri bacini artificiali del Cadore fece nascere così negli anni '50 l'ambizioso progetto denominato del “Grande Vajont”: un complesso sistema di dighe e bacini posti in

serie tra loro, collegati da condotte sotterranee, ponti-tubo e gallerie idrauliche in pressione, con il grande bacino del Vajont a fare da lago di accumulo – con i suoi 150 milioni di m³ utili – per la vicina centrale idroelettrica in caverna di Soverzene (fig. 1). I bacini coinvolti partono dal Comelico e dal Cadore, con la diga del lago di Santa Caterina ad Auronzo, e comprendono poi il torrente Boite (diga di Valle e diga di Vodo), il Piave (diga di Pieve di Cadore), la Val Gallina, il Maè (diga di Pontesei) e, alla base del Vajont stesso, la centrale in caverna del Colomber. A valle della centra-

¹ Gruppo Speleologico San Marco - Venezia

² Fondatore di “Progetto Dighe” e curatore del sito: <https://www.progettodighe.it>

Autore di riferimento: Daniele Davolio, e-mail: speleosanmarco@gmail.com

PROFILO ALTIMETRICO DEGLI IMPIANTI

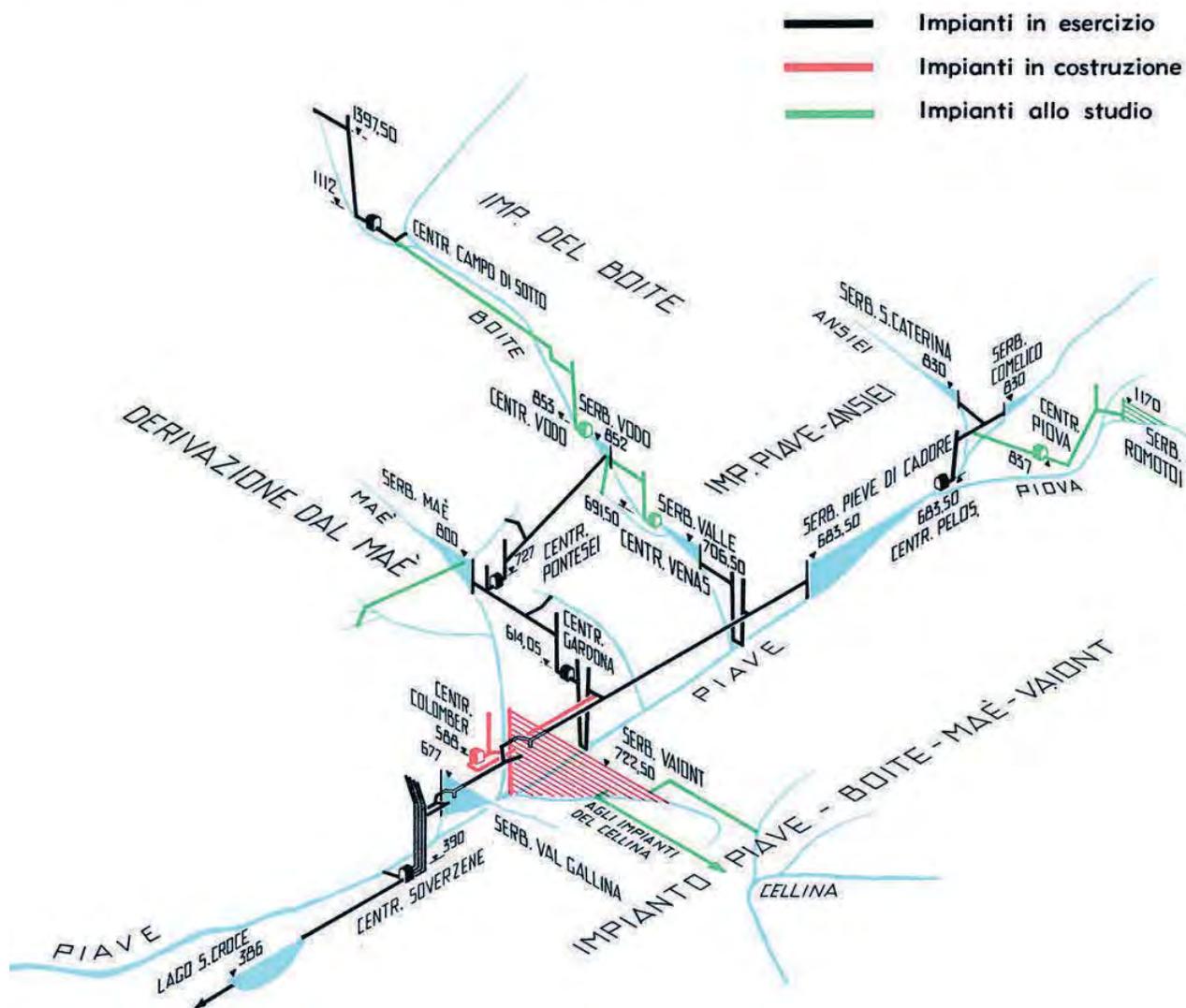


Fig. 1 – Rappresentazione grafica del sistema idraulico del “Grande Vajont” (foto archivio Progetto Dighe).

Fig. 1 – Graphic representation of the “Grande Vajont” hydraulic system (photo Progetto Dighe archive).

le di Soverzene, facevano poi parte del sistema il bacino del lago di Santa Croce, con le centrali del Fadalto, Nove e San Floriano, fino alle piccole centrali in zona pedemontana nei comuni di Caneva Sacile e Cappella Maggiore.

La costruzione dello sbarramento, che con i suoi 261 m d'altezza doveva essere la diga a doppio arco più alta del modo, ebbe inizio nel 1957 (fig. 2) non senza pareri discordanti tra i geologi sulla stabilità del versante meridionale del futuro lago. A lavori quasi ultimati nel 1959, a seguito degli studi del geologo Edoardo Semenza, figlio di Carlo Semenza, era ormai nota alla SADE la presenza di una grande massa franosa sul versante sinistro della valle, alla base del monte Toc.

Un importante evento franoso avvenne infatti il 4 novembre 1960, durante il quale scivolarono nell'invaso circa 700.000 m³ di materiale incoerente, generando un'onda di alcuni metri d'altezza che non provocò fortunatamente vittime. La successiva relazione commissionata al geologo Müller nel 1961 non lasciò dubbi: sopra il lago artificiale incombeva un fronte franoso di almeno 2 km di larghezza sul versante del monte Toc, con una evidente frattura a forma di “M” a quota 1200 m s.l.m. e senza possibilità di arresto della stessa.

Alla luce del nuovo catastrofico scenario l'ing. Carlo Semenza, allo scopo di garantire il funzionamento anche parziale del grande invaso del Vajont ormai ultimato, ordinò l'immediata costruzione di un'ampia

Fig. 2 – Panorama della diga in costruzione, con il vecchio ponte-tubo e strada del Colomber, maggio 1957 (foto archivio Progetto Dighe, per gentile concessione di Piergiorgio Monti, titolare ex ditta Monti).

Fig. 2 – Panorama of the dam under construction, with the old tube-bridge and the Colomber road, May 1957 (photo Progetto Dighe archive, courtesy of Piergiorgio Monti, owner of the former company Monti).



Fig. 3 – Le finestre di scavo della galleria di sorpasso frana, si nota il lago già parzialmente invasato (foto archivio Progetto Dighe, per gentile concessione di Piergiorgio Monti, titolare ex ditta Monti).

Fig. 3 – The excavation windows of the overflow tunnel, we can see the lake partially filled (photo Progetto Dighe archive, courtesy of Piergiorgio Monti, owner of the former company Monti).

galleria di sorpasso di un'eventuale frana che avrebbe tagliato in due l'intero lago (fig. 3). I lavori di scavo ebbero inizio nel febbraio del 1961 e terminarono il 5 ottobre dello stesso anno, ed alla realizzazione di questo *by-pass* per ridurre i tempi lavorarono contemporaneamente le imprese Monti di Auronzo e Zadra, con tecniche *decauville* per quest'ultima, e con pale caricatrici cingolate a ribaltamento posteriore e *dumper* gommati a guida reversibile per la Monti. La costruzione della galleria prevedeva un imbocco posto a circa metà lago, appena al di fuori della zona della frana individuata da Müller presso i Mulini delle Spesse, alla quota di 624 m s.l.m. ed uno sbocco poco a monte rispetto alla diga posizionata all'incirca sopra la galleria di immissione da Pieve di Cadore, a quota 613 m s.l.m. La galleria venne così realizzata sul versante solido di destra della valle, con un diametro di 4,5 m

ed una lunghezza totale di 1800 m; fu dotata di due finestre di servizio, una posta a ovest del Ponte di Casso ed una sita al ponte del Colomber.

La frana del 9 ottobre 1963

Il 9 ottobre del 1963 la caduta della grande frana da 270 milioni di m³ (fig. 4) causò l'ostruzione dell'imbocco della galleria di sorpasso, ma cosa ancor peggiore, la scomparsa sotto tonnellate di detriti dello sbocco della stessa e di tutte le finestre di presa e degli scarichi dell'intero sistema idraulico del Vajont, rendendo la galleria di *by-pass* completamente inutilizzabile. Ad est della frana, essendo impedito il naturale deflusso verso il Piave delle acque dei torrenti Vajont, Tuora, Zemola e Mesazzo, questi andarono immediatamente

ad innalzare senza controllo il livello del lago residuo (detto anche lago C) rimasto a monte della frana, iniziando a mettere in pericolo l'intera area orientale dell'invaso. Già immediatamente dopo la grande frana il lago residuo aumentò il suo livello istantaneamente di 14 metri, mentre con l'avanzare della stagione autunnale si trovò già a fine ottobre all'eccezionale quota di 728 m s.l.m., pericolosamente al di sopra della quota di massimo vaso di progetto. Senza interventi d'emergenza le conseguenze avrebbero potuto essere nuovamente disastrose: dall'immersione sotto le acque del lago dell'intero paese di Erto, alla violenta tracimazione dello stesso verso il paese di Cimolais, fino

allo scenario più tragico rappresentato da una nuova frana nella parte orientale del Monte Toc, che avrebbe provocato una nuova violentissima onda che avrebbe scavalcato il passo San Osvaldo, per precipitare poi in Val Cimoliana e Cellina poco più a valle.

Visto l'evolversi della situazione l'ENEL (che assorbì la SADE pochi mesi prima del disastro) dovette ricorrere ad una serie di interventi d'emergenza per far fronte all'innalzamento incontrollato del lago residuo C, di seguito descritti. Il primo di importanti interventi fu l'immediata costruzione di una stazione di pompaggio a fianco della SS.251, in prossimità dello sbocco della Val Tuora (fig. 5) ad una quota di

Fig. 4 – Le conseguenze della grande frana del 9 ottobre 1963, si nota sullo sfondo il lago residuo C (foto archivio Progetto Dighe).

Fig. 4 – The consequences of the landslide of 9th October 1963, we can see in the background the residual lake C (photo Progetto Dighe archive).

Fig. 5 – La stazione di pompaggio in costruzione (foto archivio Progetto Dighe, per gentile concessione di Piergiorgio Monti, titolare ex ditta Monti).

Fig. 5 – The pumping station under construction (Progetto Dighe archive, courtesy of Piergiorgio Monti, owner of the former company Monti).

756 m s.l.m. La stazione fu progettata a doppio stadio: 10 elettropompe centrifughe furono posizionate lungo la sponda destra del bacino, disposte su appositi carrelli movimentabili su scivoli, per permettere la variazione nel pescaggio da quota 739 a quota 720 m s.l.m. Esse riversavano le acque in un vascone esterno al capannone che ospitava altre 14 elettropompe centrifughe di mandata, ove tramite appositi collettori inviavano le acque a 2 tubazioni metalliche che, risalita la mezzacosta destra della Val Tuora, riversavano il fluido in una canaletta di legno (posta qui a quota 847 m s.l.m.) che proseguiva verso passo S. Osvaldo, lo attraversava con un tombotto in calcestruzzo, e proseguiva scendendo lungo il passo sul versante di Cimolais. A quota 752 m s.l.m. essa disperdeva l'acqua aspirata dal lago nell'alveo del rio Tremenegia, a scendere poi verso Cimolais e raccordarsi infine con il torrente Cimoliana.

I lavori per la realizzazione di questo impianto iniziarono nel mese di novembre del 1963 e furono completati nel febbraio 1964: la portata totale dell'impianto a regime si aggirava sui 2,5 m³/s con funzionamento ininterrotto sulle 24 ore. Le pompe vennero disattivate solo alla fine del mese di agosto dello stesso anno, sia perché il bacino stazionava in quota ritenuta sicura e senza apporti sostanziali, sia perché venne ultimato come descritto in seguito il ripristino dell'ex galleria di sorpasso costruita nel 1961

Il ripristino della galleria di sorpasso (o di *by-pass*)

A seguito della grande frana, constatata l'ostruzione dell'imbocco della galleria a quota 724 m s.l.m. da parte delle squadre di sommozzatori, nel maggio 1964 iniziarono i lavori di costruzione delle opere stabili per consentire il deflusso del lago residuo orientale attraverso quel che rimaneva utilizzabile dell'ex galleria di sorpasso, o di *by-pass*. Innanzitutto vennero realizzati 3 pozzi verticali attraverso il materiale franato dal Monte Toc, pozzi che andavano sul fondo ad intercettare la galleria di sorpasso per permettere poi all'acqua di defluire nella stessa. Per eseguire questo lavoro fu fatta arrivare una speciale macchina perforatrice dalla Germania con lo scopo di forare la galleria di *by-pass*, posando poi sopra di essa tre tubi metallici da 800 mm di diametro attraverso il materiale franato. Nel frattempo, in zona diga si procedette con i lavori che termineranno in agosto, per la realizzazione degli spillamenti dalla galleria di *by-pass* verso una nuova galleria di scarico con sbocco nella forra del Vajont, a valle della diga.

In particolare, per la messa in opera degli spillamenti, dalla ex paratoia di chiusura della galleria di adduzione Pieve-Vajont furono fatte diverse perforazioni per iniettare cemento direttamente nella galleria di *by pass*, per chiudere definitivamente lo sbocco della stessa verso il materiale di frana, creando a questo punto una sorta di vasca di accumulo. Dalla posizione della paratoia di intercettazione dell'ex ponte-tubo, ora crollato, fu costruita una galleria di

passaggio, detta "cunicolo di spillamento", che penetrava verso monte per più di 150 m, mentre da questo cunicolo furono poi effettuati diverse perforazioni del diametro di 0,22 m in modo da andare ad intercettare il cielo della galleria di sorpasso. Su queste perforazioni furono innestati i relativi tubi dai quali infine l'acqua presente nella galleria di *by-pass* potesse defluire sul nuovo cunicolo di spillamento, per defluire infine verso la nuova galleria di scarico del diametro di 2,3 m che, partendo da monte della diga, andava a scaricare direttamente nella forra, poco più a valle dell'ex ponte-tubo, a quota 607 m s.l.m. In questo modo, dal mese di agosto del 1964, una parte della portata degli affluenti naturali del bacino del Vajont poterono defluire dalla galleria di sorpasso tramite i tre camini da 800 mm fino, e questo importante intervento rese quindi non più necessaria l'attività continua della stazione di pompaggio, che venne come già detto spenta nello stesso mese di agosto.

In tempi più recenti, con la fine degli anni '70 iniziò l'ultima fase dei lavori per completare la sistemazione dell'impianto. I lavori iniziarono nel luglio del 1979 con la realizzazione di una nuova strada di accesso alla zona del futuro nuovo imbocco della galleria definitiva di *by pass*. Nell'ottobre dello stesso anno si realizzò, nella zona dell'imbocco del *by-pass* ancora sommerso dai detriti, un piccolo bacino di raccolta dotato di paratoia che impediva all'acqua di affluire nella galleria durante le 10 ore diurne in cui operava il cantiere, e che consentiva poi il rilascio dell'acqua accumulata nelle successive 14 ore notturne. In dicembre si iniziarono i lavori di scavo del nuovo imbocco, posizionato circa dove era presente l'imbocco originale, a quota 624 m s.l.m., sino al raggiungimento della galleria esistente. Durante i primi mesi del 1980 venne portata in cantiere una scavatrice da miniera per la pulitura della galleria di sorpasso, e da questa furono rimossi più di 8.000 m³ di materiale (fig. 6) in quanto la galleria era ostruita per circa un metro e mezzo di altezza su tutta la sua lunghezza. Il materiale presente nella galleria era quasi certamente imputabile non tanto ai detriti portati dalla frana del 1963, che avevano ostruito all'inizio solo la zona di imbocco, ma piuttosto dai detriti entrati successivamente all'interno della galleria durante la disastrosa piena del 1966.

Nello stesso periodo, mentre si procedeva alla pulizia della galleria, una decina di metri più in alto, a quota 635 m s.l.m., veniva realizzato il nuovo imbocco che prevedeva anche due paratoie di sicurezza e le gargamature per consentire il montaggio di pancconi e, quindi, consentire eventuali attività manutentive future nella galleria. In contemporanea, infine, si procedette alla costruzione dell'attuale scarico a valle della diga, che andava a sostituire il precedente sistema di spillamenti, collegandosi direttamente alla galleria di sorpasso. L'imbocco originale di quota 624 m s.l.m. venne poi definitivamente chiuso con un tampone di calcestruzzo armato, una volta completati i lavori per il nuovo imbocco ora posto a quota 635 m.

Fig. 6 – Lavori di ripristino della galleria di sorpasso frana, all'inizio degli anni '80 (foto archivio Progetto Dighe, per gentile concessione di Piergiorgio Monti, titolare ex ditta Monti).

Fig. 6 – Works to restore of the overflow tunnel, in the early '80s (photo Progetto Dighe archive, courtesy of Piergiorgio Monti, owner of the former company Monti).

Il completamento della galleria di scarico di quota 640 m s.l.m.

Parallelamente al ripristino dello scarico lato Piave appena descritto, l'ENEL provvide al completamento di due gallerie di scarico verso il Friuli, una delle quali situata a quota 640 m s.l.m. e già costruita in parte durante la gestione SADE, per far confluire a regime le acque del Vajont verso dei futuri impianti idroelettrici minori da costruirsi in Val Cellina. Di tale galleria ne esisteva un primo tratto di 653 m, precisamente dall'imbocco principale posto a quota 640 m s.l.m. sino a poco oltre il pozzo paratoia, già realizzato in sponda sinistra della Val Tuora nei pressi della confluenza del torrente Vajont con il Tuora stesso.

Il pozzo paratoia, del diametro di 2,5 m per 90 di altezza (fig. 7), è ancora oggi collegato verticalmente con il locale esterno di azionamento della paratoia, ed è dotato di aeroforo e di scalette di accesso alla base, dove è presente appunto la paratoia che regola la por-

tata dello scarico da quota 640 m s.l.m. Tra l'imbocco ed il pozzo della paratoia la SADE aveva inoltre già realizzato uno scarico sussidiario ancora oggi presente (sezione in fig. 7), con soglia di imbocco a quota 675 m s.l.m. Lo scarico sussidiario, utile in caso di ostruzione da detriti dell'imbocco a quota 640 m s.l.m., consiste in un grande imbocco da 6,5 m di altezza che, con un raccordo a pipa, si collega ad un pozzo verticale da 30 m e 3,6 m di diametro che intercetta il sottostante tunnel di scarico. Anche il tratto di galleria di scarico tra l'imbocco e lo scarico sussidiario fu realizzato con un diametro di 3,6 m, mentre il tratto dallo scarico sussidiario stesso sino poco oltre il pozzo-paratoia fu realizzato con un diametro di 4,4 m.

Il tratto di nuova realizzazione di 2.917 m di lunghezza fu scavato con un diametro inferiore e la galleria ebbe una sezione finale di rivestimento di $2,6 \times 2,8$ m in roccia sana, mentre in un tratto scavato in roccia degradata la sezione è leggermente inferiore, di $2,5 \times 2,5$ m; la pendenza finale di questo nuovo tratto è dell'uno

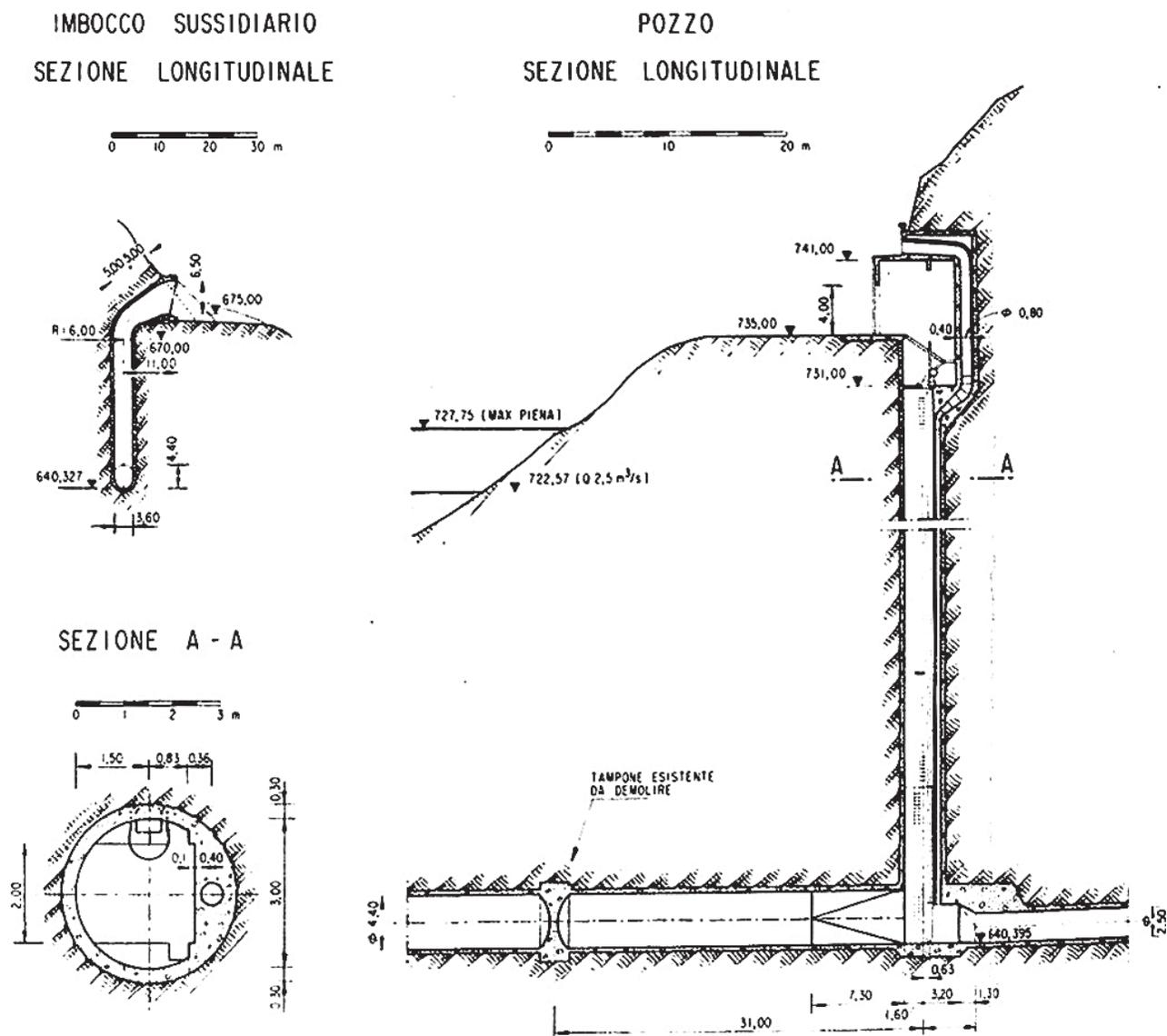


Fig. 7 – Sezione del pozzo-paratoia e dell'imbocco ausiliario della galleria di scarico di quota 640 m s.l.m. (archivio Progetto Dighe).

Fig. 7 – Section of the well-gate and the auxiliary entrance of the discharge tunnel of 640 m a.s.l. (Progetto Dighe archive).

per mille. Lo sbocco della galleria si trova ancora oggi a quota 636 m s.l.m. e passa sotto la strada che da Cimolais conduce alla località La Prada verso Claut, sulla destra orografica del torrente Cimoliana. In fianco alla galleria di scarico è presente un'altra galleria, resa necessaria per gli scavi, ed attualmente chiusa da una porta stagna. A valle della galleria di scarico fu realizzato uno scivolo in calcestruzzo armato dotato di dissipatore che, compiendo una leggera curva, si riversa direttamente nell'alveo del Cimoliana.

Questa galleria fu completata leggermente in ritardo rispetto a quanto previsto per via dei tratti di roccia degradata incontrata che richiesero interventi maggiori per rendere l'opera sicura. Il tunnel entrò definitivamente in funzione nel 1966, appena in tempo per far fronte alla grande alluvione del novembre dello

stesso anno, ed è oggi ancora funzionante come scarico funzionante verso il Friuli.

Gli interventi minori

Si sono descritti tre dei quattro principali interventi attuati per limitare e svasare il lago residuo del Vajont creatosi in seguito alla frana del Monte Toc, anche se in realtà l'ENEL aveva in progetto altri interventi minori per garantire la gestione in sicurezza del bacino residuo. Uno di questi era la creazione di due piccoli sbarramenti, uno sul torrente Vajont ed uno sul torrente Zemola, che tramite delle gallerie di derivazione, avrebbero dovuto deviare buona parte della propria portata direttamente nella galleria di scarico

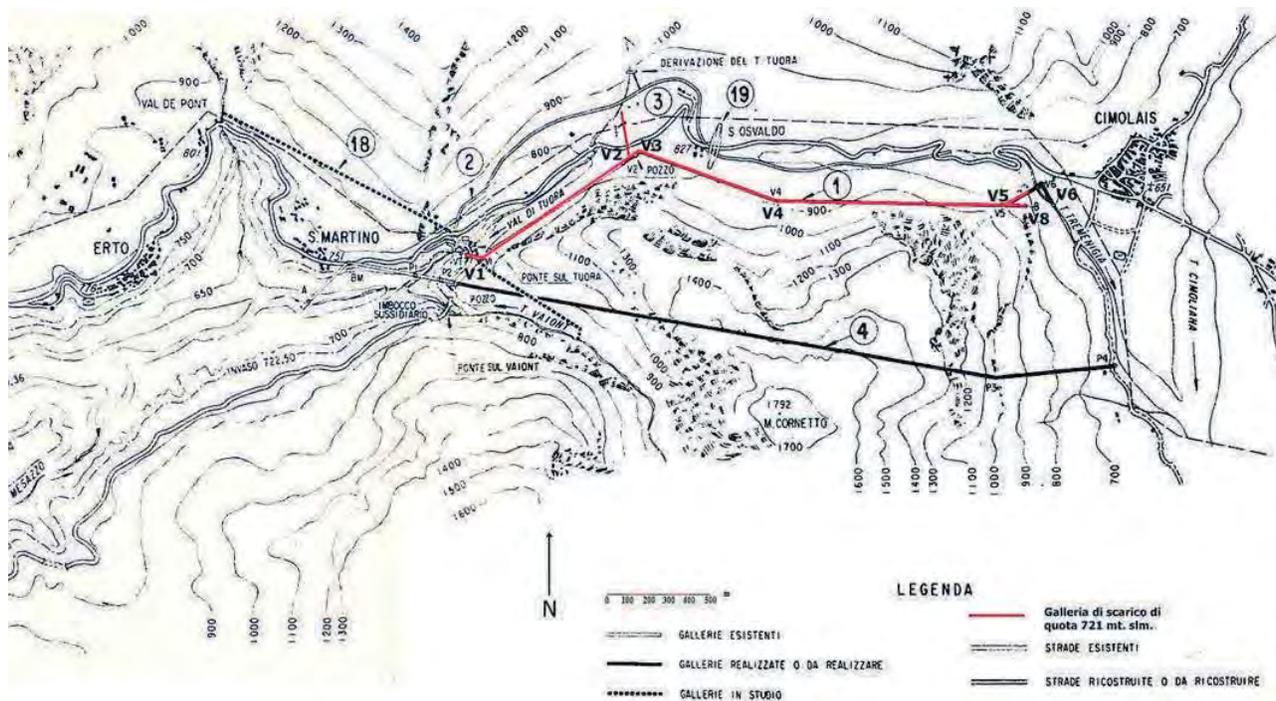


Fig. 8 – Planimetria ENEL dello stato delle gallerie di scarico orientali ad inizio del 1964; evidenziato in rosso il tunnel di quota 721 m s.l.m. esplorato (archivio Progetto Dighe).

Fig. 8 – ENEL plan of the status of the eastern tunnels at the beginning of 1964; highlighted in red the tunnel of 721 m a.s.l. explored (Progetto Dighe archive).

a quota 721 m s.l.m., (vedi paragrafo successivo), prima che le rispettive acque giungessero nel lago residuo ad incrementarne il volume.

Queste opere non furono realizzate anche se, come è stato riscontrato durante la visita di studio al tunnel di quota 721, un ramo laterale del tunnel stesso conduce in direzione della cascata Saleduogna da cui nasce il torrente Tuora. Un altro importante lavoro, invece realizzato, fu l'impermeabilizzazione del mantello morenico nei pressi del passo San Osvaldo, che avvenne in concomitanza con i lavori di ultimazione delle gallerie di scarico, sfruttando un cunicolo di sondaggio esistente che rilevò due grosse porzioni di roccia da impermeabilizzare. Questo intervento fu immediato, per scongiurare il pericolo di tracimazioni incontrollate verso l'abitato di Cimolais nel malaugurato caso in cui non si fosse riusciti in tempo a completare la galleria di scarico a quota 721 m s.l.m. con il sopraggiungere di un evento di piena. L'impermeabilizzazione avvenne tramite foratura profonda verticale, nell'area tra la SS 251 e l'alveo del Tuora, iniettando cemento e riempiendo le due fenditure naturali da circa 770 m s.l.m. a circa 740 m s.l.m.

La costruzione del contestato "muro della vergogna", con galleria stradale presso il passo di San Osvaldo, completò infine la messa in sicurezza del versante orientale del bacino idrografico del Vajont, mentre lo stesso venne abbattuto solo nel 1992, su richiesta e pressioni delle popolazioni ed enti locali.

La galleria di scarico di quota 721 m s.l.m.

La SADE, già nel progetto originale del Grande Vajont, aveva previsto di realizzare due gallerie che avrebbero dovuto collegare il bacino del Vajont al torrente Cimoliana: a monte dell'abitato di Cimolais si sarebbe dovuta realizzare un'opera di presa per far confluire parte delle acque del torrente verso il serbatoio del Vajont, mentre verso valle un'altra galleria avrebbe avuto la funzione, in caso di necessità, di far confluire parte delle acque del nuovo bacino artificiale sul Cimoliana e quindi sul torrente Cellina, in modo da poter contare su un apporto idrico costante nel caso della realizzazione (prevista) di altri impianti più piccoli sullo stesso torrente. La prima galleria (in entrata) avrebbe avuto lo sbocco sul lago alla quota 721 m s.l.m., quindi alla quota di massimo invaso del bacino, mentre la seconda in uscita (descritta nel paragrafo precedente) era prevista con un'opera di presa immersa a quota 640 m s.l.m., ed una paratoia di regolazione posta sulla verticale della strada carrozzabile nei pressi della località S. Antonio in Terenton.

Al momento del disastro del 1963 le due gallerie erano state realizzate solo in parte (fig. 8): la prima giungeva sino all'inizio della Val Tuora verso il passo San Osvaldo, con una lunghezza totale di 991 m. La seconda terminava anch'essa incompleta sotto il Monte Cornetto, non essendo quindi al momento uti-

realizzò un pozzo verticale da 90 m con diametro di scavo di 3 m, che dapprima agevolò gli scavi in direzione Cimolais mentre, a tunnel completato, fu dotato di aeroforo e di una paratoia sul fondo a comando manuale. Ad oggi tale pozzo esiste ancora e ne è visibile l'imponente copertura in calcestruzzo che è stata posata esternamente sulla sua sommità. I lavori riguardanti gli scavi di queste opere furono realizzati dall'impresa Pierobon di Ponte nelle Alpi, le cui maestranze non avevano dormitori sul cantiere ma alloggiavano negli hotel di Barcis.

A Cimolais, ben visibile tuttora sulla sinistra della SS 251 salendo verso il primo tornante del passo San Osvaldo, lo scavo della galleria sbocca in una finestra principale a quota 708 m s.l.m., mentre ad una decina di metri da essa, all'interno del monte Cornetto, fu ricavato un pozzo inclinato in roccia di circa 18 m di lunghezza dal quale, in esterno, ha inizio la tubazione metallica da 1,60 m di diametro. Questa condotta scende con una pendenza elevata di 726 per mille, e nella parte terminale compie una curva per riportarsi in asse pressoché orizzontale (fig. 9); alla fine della stessa l'opera in calcestruzzo di contenimento è dotata di un dissipatore e, dopo una curva a 90°, prosegue per poco più di un centinaio di metri sino allo sbocco sul rio Tremeni-gia, affluente a sua volta del torrente Cimoliana. Questo scarico entrò in funzione nel 1965, appena in tempo per far fronte alle portate eccezionali dell'alluvione del 1966, mentre oggi questa galleria è l'unica ad essere inattiva in quanto dismessa dal resto del sistema idraulico almeno dalla fine degli anni '70.

Fig. 9 – La condotta di scarico della galleria di esaurimento di quota 721 m s.l.m. lato Cimolais (foto D. Davolio).

Fig. 9 – Exhaust pipe of the exhaustion tunnel of 721 m a.s.l. on Cimolais side (photo D. Davolio).

lizzabili in alcun modo. Era evidente che in caso di piene la sola stazione di pompaggio ed il sistema di spillamenti dalla galleria di sorpasso verso il Piave non sarebbero stati sufficienti a drenare le acque del lago residuo per regolarne il livello. Fu sulla base di questa considerazione che nello stesso periodo dello spegnimento della stazione idrovore, l'ENEL decise di ultimare la galleria prevista per l'adduzione al Vajont – con sbocco posto a quota 721 m s.l.m. in sinistra della Val Tuora – per farla diventare galleria di scarico del lago residuo di massima quota. Vista infatti la quota della finestra, la galleria sarebbe servita da soglia per lo scarico di superficie di massimo livello del lago residuo del Vajont in caso di piene, ma per far ciò si rese necessario lavorare su due fronti: la modifica della pendenza del tratto esistente di 991 m di galleria, e la realizzazione del secondo tratto di tunnel con pendenza di circa 5 per mille verso l'abitato di Cimolais.

Riguardo al primo intervento, la volta e le pareti laterali originali della galleria già scavata furono mantenute tali, mentre si scavò gradualmente il pavimento in profondità per realizzare la nuova platea in contropendenza. In Val Tuora, alla quota di 811 m s.l.m., si

L'esplorazione della galleria di scarico dismessa di quota 721 m s.l.m.

La dettagliata descrizione del tunnel dismesso di quota 721 m s.l.m. da parte di Elvis Del Tedesco, fondatore del sito Progetto Dighe, ha mosso nel 2018 la curiosità di alcuni speleologi veneziani da sempre interessati alla storia del Vajont, portando gli stessi ad un tentativo di esplorazione andato a buon fine nell'arco di due uscite. Si riporta di seguito la relazione esplorativa, per meglio comprenderne la struttura.

La prima ricognizione è avvenuta all'imbocco del tunnel di scarico (punto V1 di fig. 8), a quota di 721 m s.l.m., appena sopra a quel che rimane oggi del lago residuo. Come previsto, l'ingresso è stato trovato chiuso da un muro. Da due finestrelle di aerazione ricavate nella tamponatura si intravede all'interno l'originale cancello metallico che sbarrava inizialmente l'accesso alla galleria quando questa era ancora in esercizio.

Spostati oltre il passo Sant'Osvaldo, presso lo sbocco della galleria di scarico a quota 708 m s.l.m., posta sopra l'abitato di Cimolais (punto V6 di fig. 8), è stata raggiunta la base della condotta di scarico (fig. 9), risalendo con mute in neoprene il rio Tremeni-gia e la canaletta in cemento a tratti semi allagata, fin oltre il suo dissipatore. La condotta di scarico in ferro, che da fuori può sembrare una condotta forzata, è com-

posta da più sezioni innestate e saldate tra loro, ed ha una lunghezza di circa 100 m per 1,6 m di diametro interno, ed è posata con una forte pendenza di 38° rispetto al piano orizzontale, su basamenti di cemento armato. Dalla stessa discende e ritrova la luce un modesto rivolo d'acqua, che si scoprirà solo più avanti da dove ha origine. La condotta di scarico è stata percorsa al suo interno risalendo in contrapposizione fino alla sommità (fig. 10), sfruttando la superficie arrugginita la quale crea ottime condizioni di aderenza. Una fioca luce entra da un piccolo foro di sfiato ricavato nella parte sommitale dell'ampio tubo: è in questo punto che comincia lo scivolo di cemento che si raccorda al tratto orizzontale del tunnel oramai ricavato all'interno della montagna (fig. 11). Qui è stato armato un ancoraggio artificiale che ha consentito di calare una corda da 100 m per tutta la lunghezza della condotta, utile per risalire poi in sicurezza con i sacchi personali.

Ritornati nella galleria artificiale all'interno del Monte Cornetto, è cominciata la lunga marcia all'interno del condotto, preventivando circa 45 minuti per percorrere i 2.200 m che separano l'entrata da un punto particolarmente significativo, ovvero la base del pozzo da 100 m posto sotto il passo San Osvaldo (punto V3 di fig. 8), dove ci si aspettava di trovare l'originale paratoia che regolava il deflusso delle acque proveniente dal lago residuo. Lungo il percorso si procede quindi costantemente in falso piano, con direzione 250° bussola, su fondo irregolare, in una ampia galleria, in media di circa 2,6 m di larghezza per 3 m di altezza, camminando spesso in lunghi tratti allagati con l'acqua che supera più volte i 20 cm di altezza. Ogni 100 m si incontrano sul pavimento delle piccole piastre metalliche cementate, utilizzate come appoggio per i capisaldi di misurazione del cantiere. Lo stillicidio è modesto e la volta della galleria è molto stabile (fig. 12), fatta eccezione per piccoli crolli di materiale poco coerente lungo qualche lente, comunque non preoccupanti. Dopo 25 minuti di marcia si giunge in un tratto di galleria rivestito in cemento (fig. 13), con sezione di 2 × 2,5 m, probabilmente posato per far fronte a tratti di roccia poco solida. Dopo altri 10 minuti di avanzamento la direzione varia leggermente verso destra per 270° bussola (punto V4 di fig. 8).

Giunti al punto V3 di fig. 8, il tunnel ripiega di 50° a sinistra: subito dopo si trova finalmente la sede che ospitava la paratoia (fig. 14), appena sotto il pozzo. La canna si perde a vista d'occhio in verticale verso l'alto (fig. 15): risulta rivestita con anelli in cemento del diametro interno di 2,5 m e dotata del classico tubo metallico che fungeva da sfiato dell'aeroforo della paratoia. Alla base dello stesso si trova qualche pezzo della vecchia paratoia, evidentemente tagliata successivamente a pezzi con il cannello. Il pozzo non dispone di scalette di risalita come nel caso del pozzo-paratoia del tunnel di esaurimento di quota 640 m s.l.m., quindi la manovra a mano della paratoia veniva fatta sicuramente dalla superficie tramite un lungo cavo di acciaio che arrivava fino alla base del pozzo, di cui se ne intravede sul fondo uno spezzone.

Ripresa la marcia verso monte, dopo 200 m, sulla

Fig. 10 – Interno della condotta di scarico (foto D. Davolio).

Fig. 10 – Inside of the exhaust pipe (photo D. Davolio).

Fig. 11 – Il primo tratto di tunnel a monte della condotta di scarico (foto D. Davolio).

Fig. 11 – The first section of tunnel above the exhaust pipe (photo D. Davolio).

Fig. 12 – La galleria di scarico come si presenta senza rivestimento in cemento (foto D. Davolio).

Fig. 12 – The exhaust tunnel without concrete coating (photo D. Davolio).

Fig. 14 – La base del pozzo dove era installata la paratoia di regolazione a comando manuale (foto D. Davolio).

Fig. 14 – The base of the well where the regulation gate was installed (photo D. Davolio).

Fig. 13 – Tratto di galleria rinforzato e rivestito in cemento (foto D. Davolio).

Fig. 13 – Reinforced tunnel section and covered with concrete (photo D. Davolio).

Fig. 15 – Il pozzo paratoia da 100 m sotto il passo San Osvaldo (foto D. Davolio).

Fig. 15 – The 100 m gate under the San Osvaldo pass (photo D. Davolio).

Fig. 16 – L'imbocco della galleria laterale non presente nella planimetria ENEL (foto D. Davolio).

Fig. 16 – The entrance to the side tunnel, not present in the ENEL plan (photo D. Davolio).

Fig. 18 – La volta originale del primo tratto di galleria di adduzione dal torrente Cimoliana al Vajont (foto D. Davolio).

Fig. 18 – The original ceiling of the first section of the adduction tunnel from the Cimoliana stream to the lake Vajont (photo D. Davolio).

destra (punto V2 di fig. 8) si intercetta inaspettatamente l'inizio di una galleria laterale, scavata più in alto di un paio di metri rispetto al fondo del tunnel principale (fig. 16). La stessa non è presente nella topografia originale della ENEL, mentre stranamente compare nella carta IGM della zona per una lunghezza totale di 300 metri. Si tratta di una galleria semi allagata, con un muretto di contenimento all'imbocco (fig. 17); ha sezione più modesta rispetto al ramo principale (2 × 2 m) e punta per 340° bussola, verso la verticale del greto del torrente Tuora. Probabilmente quest'ultima doveva costituire l'opera di presa di questo corso d'acqua che l'ENEL aveva progettato di far defluire verso la Val Cimoliana prima di riversarsi nel lago residuo del Vajont. La galleria non è stata percorsa per mancanza del canotto, ma l'esplorazione verrà conclusa in un prossimo futuro per capire esattamente da dove arriva l'abbondante flusso idrico che la riempie e che, considerando la portata, è verosimilmente lo stesso che defluisce infine dalla condotta di scarico dell'entrata sul versante di Cimolais.

Tornati sul ramo principale, si procede ora verso l'imbocco murato di quota 721 m s.l.m. (punto V1 di fig. 8). In questo tratto la volta si alza dai 3 m medi misurati fino a qui, ad oltre 4,5 m (fig. 18). Come descritto in precedenza, in questo tratto la volta risulta così alta perché appartenente all'originale tunnel di adduzione delle acque dal torrente Cimoliana, mai ultimato dalla

Fig. 17 – La galleria laterale semi allagata (foto D. Davolio).

Fig. 17 – The semi-flooded side tunnel (photo D. Davolio).



Fig. 19 – La prima finestra di scavo della galleria, oggi chiusa da una porta stagna (foto D. Davolio).

Fig. 19 – The first tunnel excavation window, today closed by a watertight door (photo D. Davolio).

Fig. 20 – L'ultimo tratto di tunnel prima dello scivolo di raccordo verso la condotta di scarico (foto A. Zecchin).

Fig. 20 – The last section of tunnel before the slipway towards the exhaust pipe (photo A. Zecchin).

SADE; il fondo da quota 721 m s.l.m. è stato poi abbassato progressivamente per creare la contropendenza in uscita per il lago residuo verso la condotta di scarico. Percorsi circa 2500 metri dall'entrata orientale del tunnel, un crollo più ampio della volta mette fine all'esplorazione della galleria, purtroppo a soli 700 metri dall'imbocco murato già individuato all'esterno. Il dubbio se le gallerie laterali per intercettare le acque del torrente Vajont (linee tratteggiate di fig. 8) esistano o meno per ora rimane, anche se nella stessa planimetria ENEL queste ultime sono presentate solo come tunnel in fase di studio, e non come opere realizzate.

Il ritorno all'esterno ha richiesto infine altri 45 mi-

nuti di marcia, durante la quale sono state ultimate le ultime misurazioni ed osservazioni dell'opera. Da alcuni rifiuti plastici trovati appesi lungo le pareti sembra che la galleria non abbia mai ospitato un flusso idrico in uscita più alto di 2 m, a conferma che lo scarico lavorava a pelo libero e non in pressione. Prima di imboccare la condotta verso l'ingresso, ci si trova di fronte all'originale finestra d'entrata del tunnel (punto V8 di fig. 8), inizialmente utilizzata dal cantiere di scavo, ed ora chiusa da una pesante porta stagna (fig. 19). Si segnala che nel tratto di raccordo tra il tunnel e la condotta di scarico sono state osservate delle modeste concrezioni calcitiche tubolari (fig. 20).

SVILUPPATA IN FIBRA MEDIA DELLA DIGA

(VISTA DA VALLE)

ALTEZZA MAX DIGA	261,60 m
LUNGHEZZA CORONAMENTO	190,15 m
SPESSORE IN CHIAVE MAX A q 470	22,11 m
SPESSORE IN CHIAVE MIN A q 724,50	2,92 m

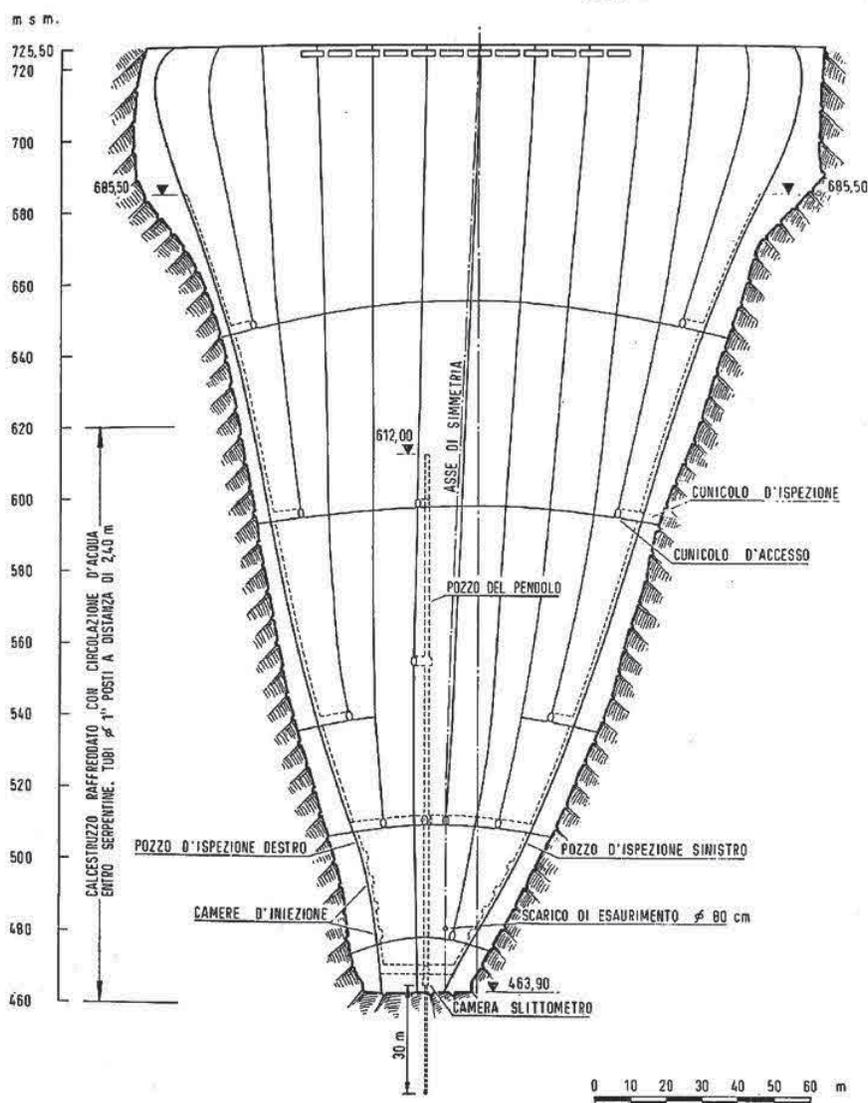


Fig. 21 – La sezione frontale della diga del Vajont, con i suoi cunicoli interni (archivio Progetto Dighe).

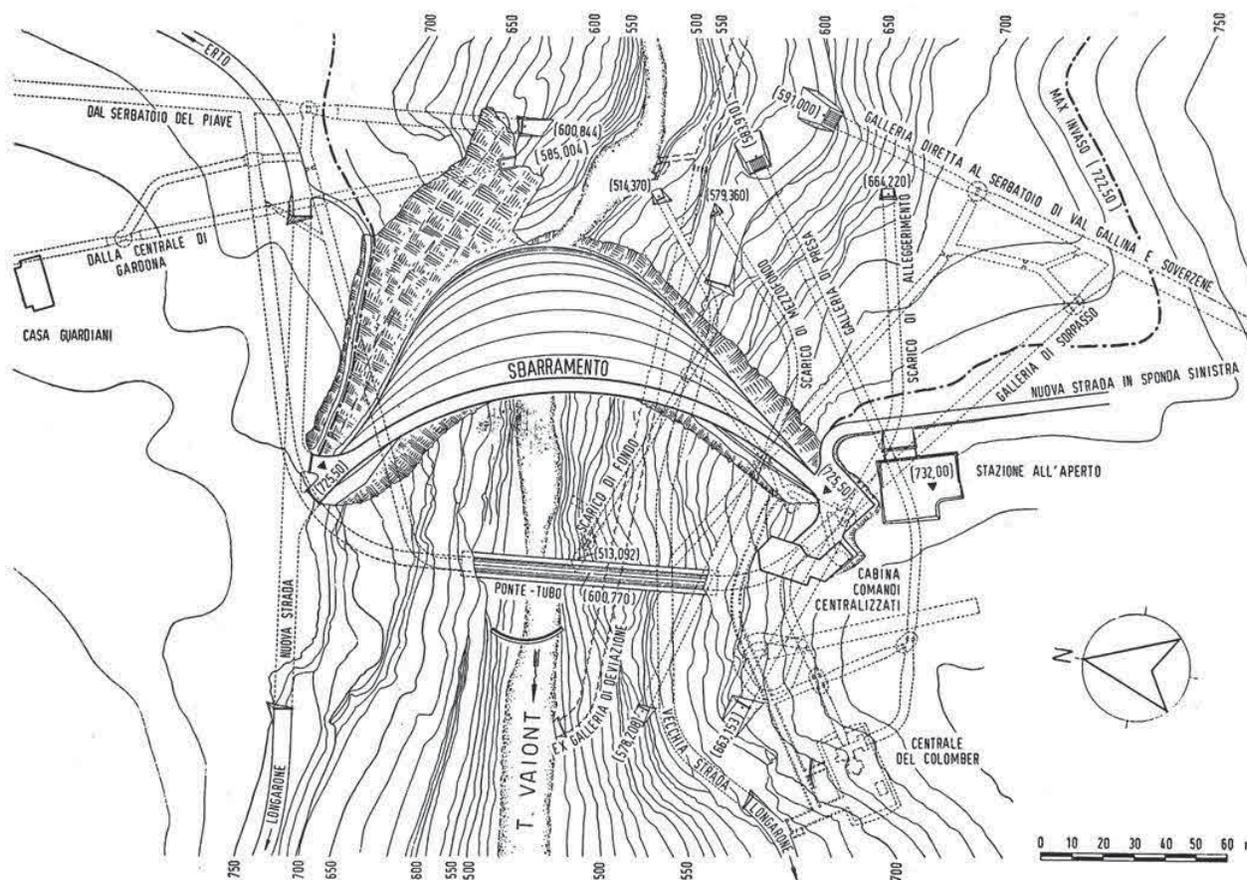
Fig. 21 – The front section of the Vajont dam, with its interior passages (Progetto Dighe archive).

Note conclusive

Il tunnel visitato è l'unico dismesso dell'intero sistema idraulico del Vajont (fatta eccezione per l'ex centrale in caverna del Colomber) e rappresenta un'interessante testimonianza storica e tecnica della grande opera che il progetto del "Grande Vajont" ha rappresentato nello scenario ingegneristico italiano ed internazionale degli anni '60 del Novecento. Un'ulteriore visita a quest'opera ipogea potrebbe consentire l'esplorazione della galleria laterale semi allagata trovata dopo la paratoia (non riportata nelle planimetrie dell'ENEL), come il superamento del crollo trovato poco dopo il pozzo, per accertare la presenza o meno di altre gallerie laterali di intercettazione delle acque dei torrenti affluenti al lago del Vajont.

Il corpo della grande diga custodisce ancora oggi al suo interno quasi 600 m di cunicoli e pozzi attrezzati con scalette, per ora non visitabili (fig. 21), mentre la montagna intorno alla diga ospita più di 4 km di tunnel di servizio scavati al suo interno (fig. 22). Queste affascinanti opere sono difficilmente visitabili se non durante uno dei "Percorsi della memoria" che si svolgono solitamente l'ultima domenica di settembre di ogni anno. Il percorso consentito agli escursionisti iscritti a questa marcia prevede la risalita di tutta la forra del Vajont (partenza da Longarone) lungo la strada di servizio dell'ENEL, la visita all'interno dell'ex centrale idroelettrica ipogea del Colomber, l'attraversamento della forra sul ponte-tubo di fronte alla diga (fig. 23), ed il rientro in caverna sulla sponda sinistra della valle per uscire infine quasi alla sommità dello sbarramento attraverso altri cunicoli e gallerie di servizio scavate all'interno della montagna.

Alla fine degli anni '80 anche il nuovo ponte-tubo fronte diga è stato dismesso, in quanto un nuovo *by-pass* scavato ora sotto la frana convoglia le acque provenienti dal Cadore senza perdite di carico direttamente verso il bacino di Val Gallina; la grande diga rimane così oggi solo un immenso e triste monumento alla memoria del più grande disastro dalla storia dell'Italia contemporanea.



PLANIMETRIA DELLA DIGA E DELLE OPERE ACCESSORIE A LAVORI ULTIMATI

Fig. 22 – La pianta della diga del Vajont, con il suo complesso sistema di tunnel ausiliari (archivio Progetto Dighe).

Fig. 22 – The Vajont dam plant, with its complex auxiliary tunnel system (Progetto Dighe archive).

Fig. 23 – Il ponte-tubo della diga del Vajont (foto A. Zecchin).

Fig. 23 – The tube-bridge of the Vajont dam (photo A. Zecchin)

Bibliografia

Società Adriatica di Elettricità, 1963, *Impianto Idroelettrico Piave-Boite-Maè-Vajont, Diga del Vajont*, Stamperia di Venezia s.d.