



# *Le responsabilità umane nel disastro del Vajont*

Ghirardi Rolando  
Classe 5° C  
Liceo E. Curiel di Padova  
A.S.: 2010-2011

Obiettivo: Verificare le responsabilità umane nel disastro del Vajont

Materie coinvolte: Storia  
Geologia  
Fisica

Docenti:

Prof.	Celotta Antonio	Storia e Filosofia
Prof.ssa	Scalabrin Marzia	Geologia
Prof.ssa	Santi Patrizia	Fisica
Prof.ssa	Gigliotti Emanuela	Italiano

## Metodo di lavoro:

Con questo lavoro ho cercato di comprendere le cause che hanno determinato il disastro del Vajont. Durante la stesura dell'approfondimento notavo in misura sempre maggiore che le responsabilità più grandi erano imputabili all'uomo e al suo desiderio incondizionato di portare a termine questa opera. Sono rimasto profondamente scosso da questa vicenda e ho tentato di farvi chiarezza. Per quanto riguarda le fonti ho letto alcuni testi che analizzano le vicende storiche da entrambe le parti. Credo infatti che sia giusto ascoltare ciò che entrambe le versioni propongono. Chiaramente i libri della Merlin e di Paolini sono molto di parte e accusano la SADE, portando le difese di chi ha subito l'ondata. D'altra parte ho letto il libro di E. Semenza che, seppure interno alla vicenda, propone una analisi lucida e chiara di ciò che stava succedendo in quegli anni, anche se ovviamente l'autore porta un tentativo di difesa per la SADE. Ho inoltre visitato i siti ufficiali. I giornali sono stati reperiti all'emeroteca di Padova, con l'intento di mostrare cosa effettivamente un cittadino sapesse di tutte le opere che la SADE stava compiendo durante e dopo la sua presenza nella valle. Gli scatti a colori sono stati realizzati da me, e le fotografie in bianco e nero sono in parte state scattate da mio nonno Ghirardi Giovanni nell'aprile del 1963 e in parte prelevate dal libro di E. Semenza. Le ho inserite per dare modo a chi non avesse mai visto la diga intatta e la valle prima del crollo di rendersi conto di come in realtà fossero.

## Abstract:

L'Italia dal 1920 cominciò ad avere grande necessità di energia. Se ne cercava una fonte abbondante ed economica. L'acqua pareva la soluzione migliore, e così vennero costruite molte centrali idroelettriche. Queste avevano rendimento incostante e quindi si decise di creare il bacino del Vajont come banca dell'acqua che supplisse ai momenti di magra dei fiumi. La valle del Vajont era della giusta grandezza, però era instabile perchè costituita sul lato meridionale da una grande paleofrana (forse dovuta al ritiro di un ghiacciaio) quindi con molte spaccature nella roccia, che era perciò fragile e permeabile. Non ci si curò di questo aspetti (che forse allora non si conoscevano) e si costruirono diga, bacino e anche una piccola centrale. Gli enormi invasi misero in movimento la frana, cosa che generò molte scosse, boati e la prima piccola frana. Si fecero delle perizie, ma l'esito fu incerto e comunque non rassicurante, e per paura di dover chiudere tutto perdendo miliardi vennero accantonate. Si provò a simulare l'ondata in caso di frana e anche questo

esperimento venne ritenuto inattendibile e per questo preso in considerazione molto limitatamente. Non venne nemmeno preso in considerazione l'esempio di Pontesei. Per salvare l'impianto, ed evitare l'allagamento dei paesi a monte in caso di frana, si costruì la galleria di sorpasso, che collegava le due eventuali estremità divise del lago. Tutto questo lascia capire che quelli della SADE sapessero, ma continuarono nella loro azione. Vicino al collaudo si esagerò con l'invaso per tentare di far valere di più l'impianto e la frana cedette. Il 9 Ottobre 1963 un'onda gigantesca spazzò via 10 comuni.

Mappa concettuale:



# Indice:

• Il panorama energetico italiano del 1900	pag	6
• Il progetto della SADE	“	7
• Il progetto alpino della SADE	“	8
• Planimetria generale dell'impianto	“	11
• Profilo altimetrico degli impianti	“	12
• Il panorama alpino all'inizio del 1900	“	13
• La centrale di Soverzene	“	14
• La banca dell'acqua	“	16
• Il Grande Vajont	“	16
• Gli espropri nella valle	“	17
• La diga più alta del mondo	“	18
• Prospetto della diga	“	21
• Sezioni verticale della diga	“	22
• Planimetria generale dei lavori	“	23
• La diga di Pontesei	“	25
• Le prime fessure	“	26
• La commissione di collaudo	“	27
• Gli invasi	“	27
• La guerra di perizie	“	28
• La galleria di sorpasso	“	28
• L'esperimento di Nove	“	30
• Gli ultimi invasi	“	32
• L'informazione	“	32
• La nazionalizzazione	“	33
• Ottobre 1963	“	34
• I giornali dopo il disastro	“	37
• Le colpe	“	44
• Conclusioni	“	45
• Le difese di Edoardo Semenza	“	46
• Riassunto cronologico	“	47
• La valle	pag	48
• La frana	“	49
• Ricostruzione geologica dei movimenti e breve analisi stratigrafica	“	53
• Lo studio di Hendron e Patton	“	55
• La centrale idroelettrica	pag	59
• La turbina	“	60
• L'alternatore	“	60
• Il trasformatore	“	62
• Bibliografia	pag	65

Il 9 Ottobre 1963 una frana di 260 milioni di metri cubi di terra si staccò dalla parete settentrionale del monte Toc, dirigendosi alla velocità di 90 km/h verso il serbatoio artificiale del Vajont. Il violentissimo impatto sollevò 50 milioni di metri cubi di acqua contro il monte Salta che divise l'onda in due parti. L'onda era alta circa 200 metri, e metà di questa si indirizzò verso l'interno della valle, e l'altra metà superò il coronamento della diga puntando ad oltre 80 km/h il centro di Longarone e altri paesi. In 4 minuti Longarone, Pirago, Rivalta, Villanova, Faè, Castellavazzo e all'interno dalla valle le parti inferiori di Erto e Casso e di San Martino vennero spazzate via. I morti furono 1910.





Come si è arrivati a questo?

## Il panorama energetico italiano del 1900

A causa della crescita sociale ed industriale verificatasi in Italia a partire dagli anni 20 e 30 del 1900, si ebbe un incremento del fabbisogno di una fonte energetica atta a soddisfare le richieste sempre maggiori di elettricità. In particolar modo si ricercava una risorsa che fosse indipendente dagli altri paesi d'Europa, abbondante ed economica. L'elemento in questione venne riconosciuto nell'acqua portata in abbondanza dai fiumi italiani.

Fu così che diverse società private iniziarono lo sfruttamento di tali acque su vasta scala in tutto il territorio. L'idea base era sempre la stessa: si bloccava il corso di un fiume con uno sbarramento (la diga), si creava così un serbatoio artificiale, e si faceva precipitare l'acqua di questo bacino per mezzo di alcune condotte forzate nelle turbine della centrale. Queste turbine, collegate ad un generatore, garantivano la produzione di energia elettrica. In seguito quest'acqua veniva reimpressa nel fiume, in modo che fosse utilizzabile ancora per altri scopi. Non vi era all'epoca un ente nazionale, e quindi le società private vendevano direttamente l'energia ai privati. Una di queste grandi società fu appunto la SADE (Società Adriatica Di Elettricità), una ditta veneziana, fondata nel 1905 dal conte Volpi di Misurata, che nell'arco di 30 anni aveva disseminato lungo tutto l'arco alpino molteplici dighe a scopo idroelettrico. Se si esamina infatti il panorama alpino dei primi anni del 1900 e quello del 1960 si nota subito il grande numero di impianti realizzati. E' doveroso ricordare un atto del conte Volpi, che, essendo stato ministro dell'economia durante il governo Mussolini, aveva fatto passare un decreto secondo il quale lo stato si impegnava a pagare a fondo perduto il 50% del costo degli impianti idroelettrici costruiti dai privati.

## Il progetto della SADE

Il progetto della SADE riguardo al bacino idrografico del Piave iniziò alla metà degli anni 20, quando l'ingegner Carlo Semenza e il geologo Giorgio Dal Piaz compirono diversi viaggi sulla valle del Piave per analizzarne la struttura e la conformazione e per controllare se effettivamente fosse adatto per la costruzione di alcuni impianti idroelettrici. I primi progetti ufficiali della diga del Vajont risalgono addirittura al 1929 per conto della Società Idroelettrica Veneta, poi inglobata dalla SADE, che prevedevano una diga alta 130m con un bacino di 33.600.00 m<sup>3</sup>, vicino al ponte di Casso, supportata da una relazione geologica del prof. Hug di Zurigo, al quale Carlo Semenza si era rivolto. Il progetto fu poi ingrandito innalzando la diga fino a 190m nel 1937, spostandola dal ponte di Casso ai pressi del Colomber (luogo attuale) momento in cui si pensò anche di utilizzare i corsi dei fiumi Boite e Piave. La stesura definitiva del piano regolatore si ebbe il 25 Giugno 1940 quando la SADE presentò allo stato l'"Atto di derivazione dai fiumi Boite-Piave-Vajont" richiedendo la concessione di sfruttare a scopo energetico quei fiumi, supportata dalla perizia geologica di Dal Piaz del 1937. La SADE aveva capito che la guerra avrebbe dato un grande

impulso per la sua crescita personale, determinato dalla grande crescita della domanda di energia, e proponeva quindi un “piano autarchico di fonti energetiche, predisposto anche per il dopoguerra”<sup>1</sup>. Infatti il consumo di energia elettrica solo di Venezia e Marghera ammontava a 500.000.000 kw/h annue e la SADE prometteva che tutte le centrali dell’impianto avrebbero soddisfatto, almeno in parte, il suddetto fabbisogno con 340.000.000 kw/h annue. L’approvazione del decreto avviene con sospetto di frode il 15 Ottobre 1943 con la firma di solo 13 membri del consiglio dei lavori pubblici su 34. Una piccola modifica del 1948 aggiungeva lo sfruttamento della Val Gallina, oltre che una maggiorazione dei bacini sul Boite, sul Piave e sul Vajont, i quali avrebbero dovuto tutti fare capo alla centrale di Soverzene, capace di erogare 98.287 kw. Il permesso ufficiale arrivò il 18 Dicembre 1952, ma i lavori a Pieve di Cadore sul Piave e in val Gallina iniziarono tutti tra il 1946 e il 1949.

## Il progetto alpino della SADE

In realtà l’intero progetto che la SADE costruì sulle Alpi fu ben più vasto. L’intero sistema si componeva di una testa, di un centro e di una coda, per poi scaricare le acque residue o in irrigazione o direttamente nel Piave.

### Testa:

La parte iniziale del sistema, quella più a monte, era costituita da due impianti idroelettrici, completi di diga e bacino, che prendevano l’acqua dal Boite, dal Piave e dall’Ansiei (affluente del Piave). Tutte le dighe facevano confluire l’acqua in una sola centrale, quella di Pelos di Cadore, capace di 145.000.000 kw/h annue. I due sbarramenti erano posti uno a Piave del Comelico, alto 66,5 m con un bacino di 1.800.000 m<sup>3</sup>, l’altro a Santa Caterina di Auronzo dell’Ansiei con una diga di 58,5 m e un bacino di 6.680.000 m<sup>3</sup>.

### Centro:

Il centro del sistema annoverava i fiumi principali che erano Boite, Piave, Vajont, Maè e la Val Gallina. Sul Boite erano collocate due dighe, una a Vodo di Cadore di 42m con un bacino di 1.187.000 m<sup>3</sup> a 855 m di quota, e l’altra a Valle di Cadore di 61,25 m con un lago di 4.300.000 a 706 m. Sul Piave, a Pieve di Cadore, ve n’era una alta 112m con un bacino

---

1 Il Grande Vajont, Maurizio Reberschak



potenziale di 64.300.000 m<sup>3</sup> a 683,5 m di quota. Sul Maè, a Pontesei, lo sbarramento era di 90m per un bacino di 9.100.000 m<sup>3</sup> a quota 800m. Poi c'era l'imponente impianto del Vajont, con una diga di 261,60 metri ed un bacino di 150.000.000 m<sup>3</sup> a quota 722,5 m. L'ultimo elemento costitutivo della parte centrale è costituito dalla Val Gallina, con una diga di 92,37 m e un bacino di 6.240.000 m<sup>3</sup> a 677 m di quota. Tutte dighe avrebbero convogliato l'acqua fino alla centrale di Soverzene, capace di erogare 825.000.000 kw/h annue. Sarebbero state collegate inoltre in serie altre tre centrali a partire da Pontesei, con quella di Pontesei stessa legata a quella di Gardona e a quella del Colomber, capaci rispettivamente di produrre 21.000.000, 66.000.000 e 24.000.000 kw/h annue.

#### Coda:

La parte finale dell'impianto consiste nelle centrali legate alla parte finale del fiume Piave e al lago di S. Croce. Questo impianto venne realizzato tra il 1911 e il 1913 e fu poi ampliato negli anni 1920. Inizia dagli scarichi di Soverzene, dove c'è un primo sbarramento su Piave del 1919, e poi l'acqua giunge attraverso 11km di gallerie fino al lago di S.Croce, dove vi è una diga alta 10,5 m e lunga 1.975,25 m per un bacino complessivo di 120.000.000 m<sup>3</sup>. Da qui partono altri sei condotte che si allacciano a sei centrali costruite a coppie. La prima è quella di Fadalto con 286.000.000 kw/h annue, la seconda è quella di Nove, capace di 253.000.000 kw/h annue e l'ultima è quella di S. Floriano con 54.000.000 kw/h annue.

#### Lo scarico:

L'impianto terminava scaricando le acque o nel torrente Meschio che era un affluente del Livenza o attraverso due condotte fino al fiume Carron che portava alle centrali di Caneva e Livenza o si dedicavano le acque all'irrigazione di Castelletto e alla sua centrale.

Testa

<b>Fiume</b>	<b>Diga</b>	<b>Altezza diga m</b>	<b>Capienza bacino m cubi</b>	<b>Quota m</b>	<b>Centrale</b>	<b>Capacità centrale kw/h annue</b>	<b>Anni</b>
Boite	Piave del Comelico	66,5	1.800.000		Pelos di Cadore	145.000.000	1930
Ansiei	S. Caterina di Auronzo sull'Ansiei	58,5	6.680.000		Pelos di Cadore	145.000.000	

Centro

<b>Fiume</b>	<b>Diga</b>	<b>Altezza diga m</b>	<b>Capienza bacino m cubi</b>	<b>Quota m</b>	<b>Centrale</b>	<b>Capacità centrale kw/h annue</b>	<b>Anni</b>
Boite	Vodo di Cadore	42	1.187.000	855	Soverzene	825.000.000	1946
	Valle di Cadore	61,25	4.300.00	706	Soverzene	825.000.000	1949
Piave	Pieve di Cadore	112	47.000.000 (solo per regolare)	683,5	Soverzene	825.000.000	1946
Maè	Pontesei	90	9.100.000	800	Soverzene	825.000.000	1956
Vajont	Erto	261,6	150.000.000	722,5	Soverzene	825.000.000	1960
					Colomber	24.000.000	1962
	Val Gallina	92,37	6.240.000	677	Soverzene	825.000.000	1948

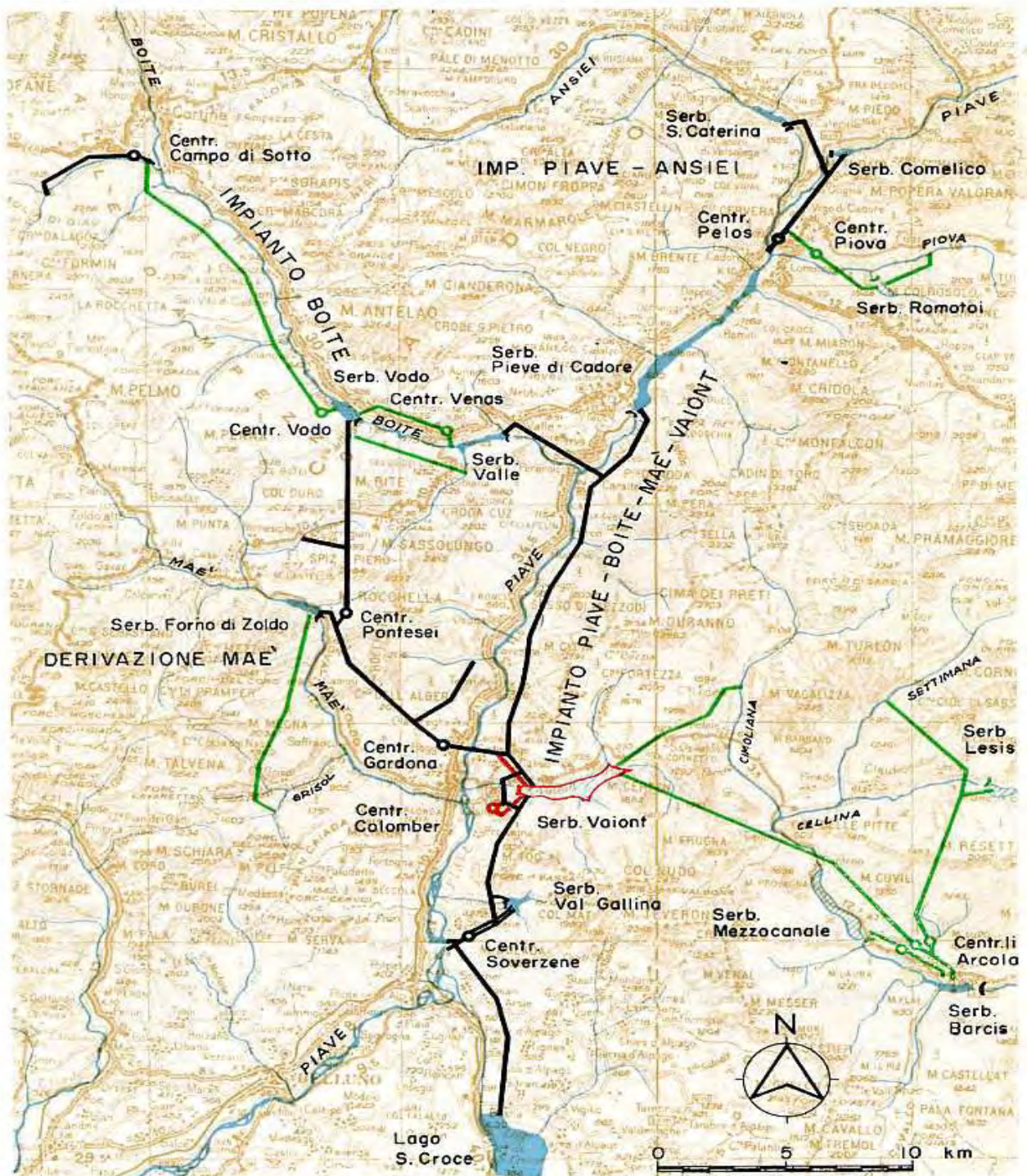
Somma senza Vajont 27.000.000

Coda

<b>Fiume</b>	<b>Diga</b>	<b>Altezza diga m</b>	<b>Capienza bacino m cubi</b>	<b>Quota m</b>	<b>Centrale</b>	<b>Capacità centrale kw/h annue</b>	<b>Anni</b>
Piave	Lago di S. Croce	10,5	12000000		Fadalto	286.000.000	1929
					Nove	253.000.000	1929
					S. Floriano	54.000.000	1929

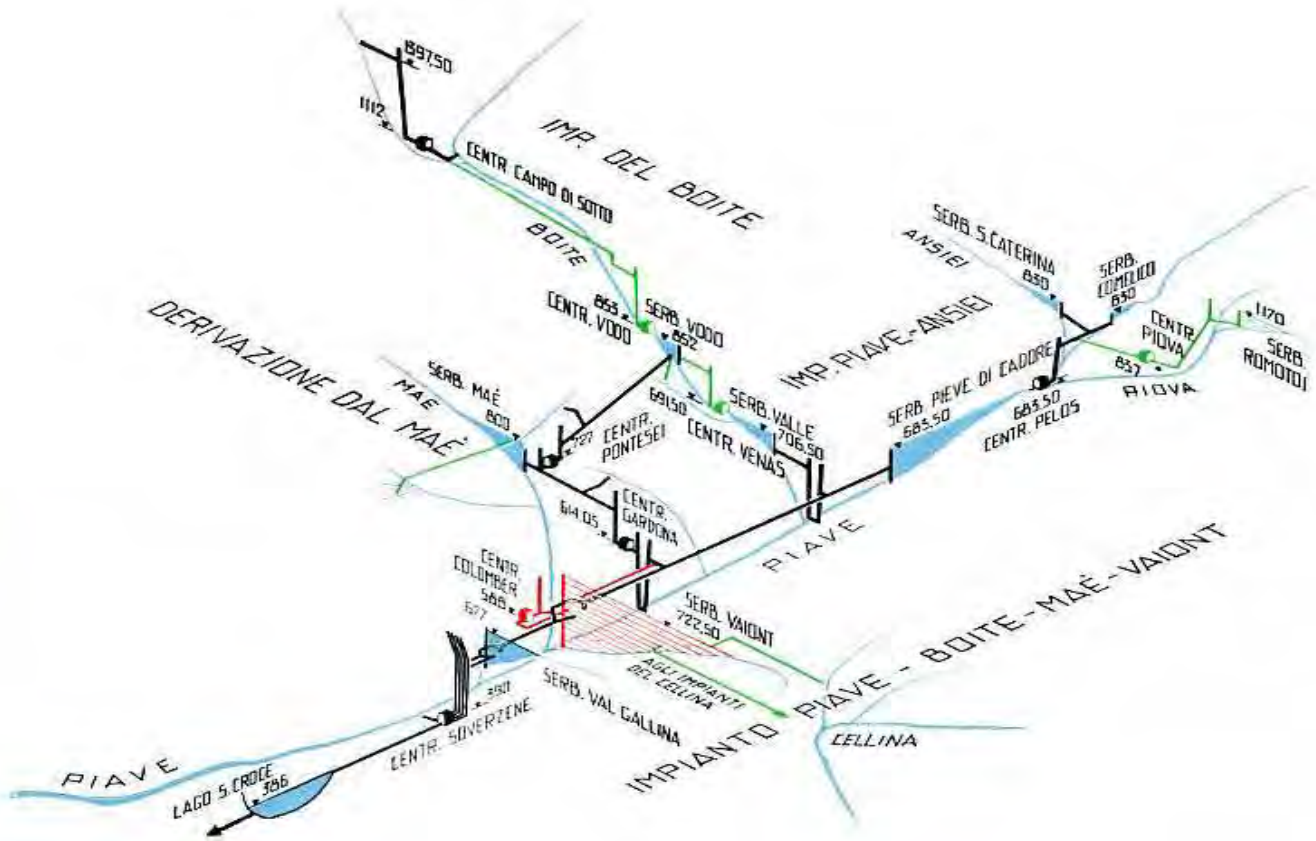
# PLANIMETRIA GENERALE

- Impianti in esercizio
- Impianti in costruzione
- Impianti allo studio

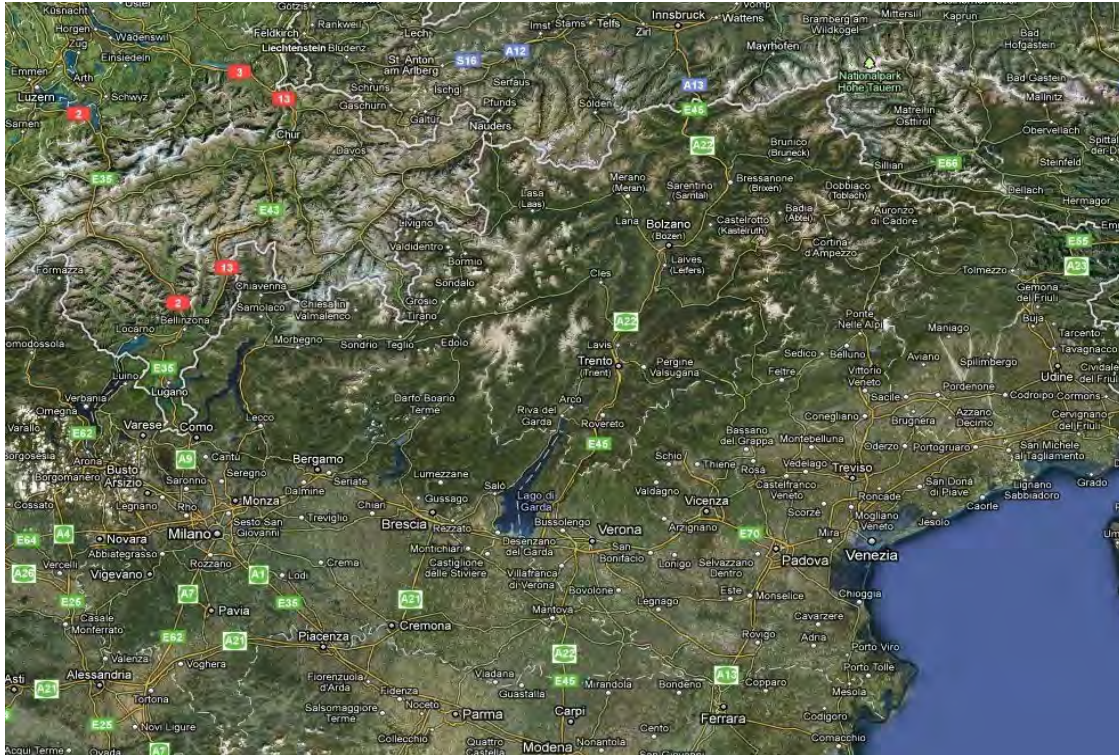


## PROFILO ALTIMETRICO DEGLI IMPIANTI

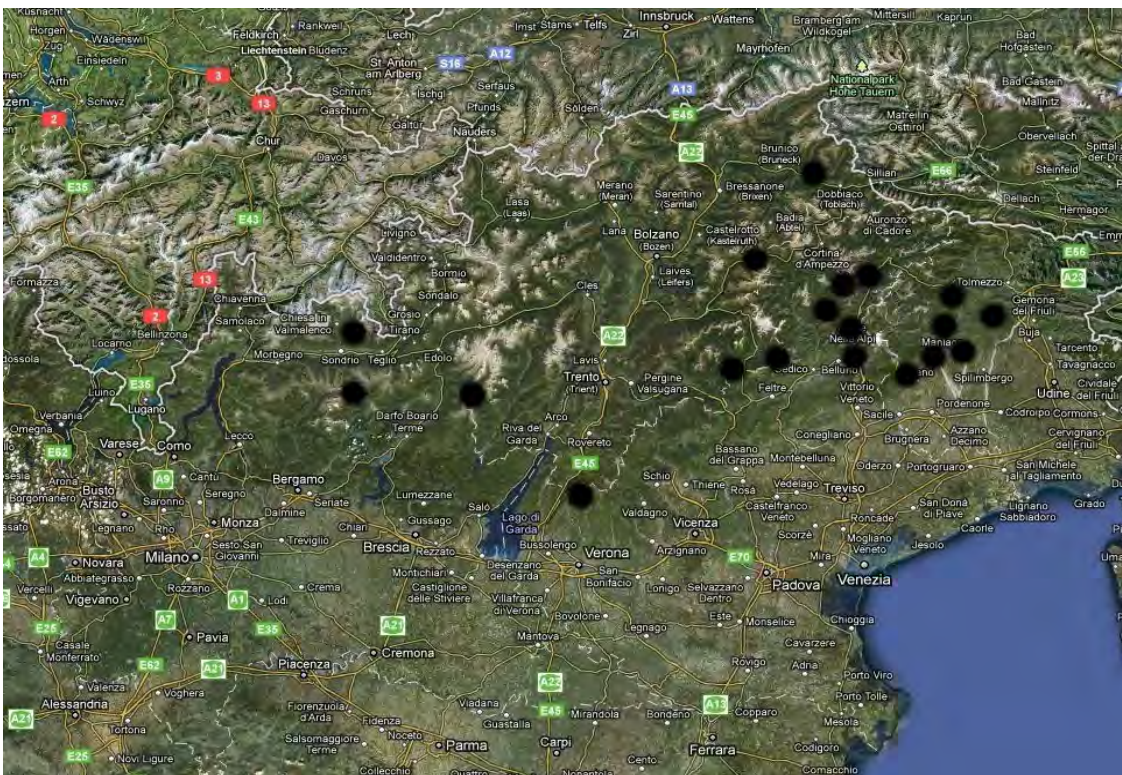
- Impianti in esercizio
- Impianti in costruzione
- Impianti allo studio



# Il panorama alpino all'inizio del 1900



# Il panorama alpino nel 1963



I puntini neri indicano le dighe costruite

# La centrale di Soverzene

Tutto l'impianto Piave-Boite-Vajont-Maè faceva capo o direttamente o indirettamente attraverso tutte le condutture alla centrale di Soverzene. Questa centrale, costruita nel 1950, garantiva lo sfruttamento di tutte le acque dell'impianto, ed è tutt'ora funzionante. Può produrre 825.000.000 kw/h annue, sufficienti per coprire buona parte dell'esigenza di energia del nordest. La centrale raccoglieva le acque provenienti dal bacino del Vajont e quelle di derivazione dal Boite e dal Piave.



La centrale nel 1963



Le turbine della centrale

# La Banca dell'Acqua

Si consideri ora la funzione del bacino del Vajont quando fu effettivamente presentato il progetto allo stato, con la diga alta solo 200m e la capacità solo di 58.000.000 m<sup>3</sup>. La somma delle capacità di tutti gli altri bacini ammontava a 27.000.000 m<sup>3</sup>, e a questo punto è lecito chiedersi cosa se ne facessero quelli della SADE di un lago così maestoso. La risposta è semplice: era destinata ad essere una banca dell'acqua per gli altri bacini. Infatti il rendimento delle centrali idroelettriche dipende direttamente dalla portata dei fiumi, che non è mai costante. In particolar modo in estate quando c'era siccità e in inverno quando i fiumi si congelavano c'era il rischio che le centrali si fermassero causando quindi un'interruzione del servizio di erogazione dell'energia elettrica. Per ovviare a questo problema quelli della SADE pensarono di costruire appunto questo enorme bacino con la funzione di immagazzinare tanta acqua e distribuirla poi a tutti quei fiumi che sarebbero rimasti in secca.

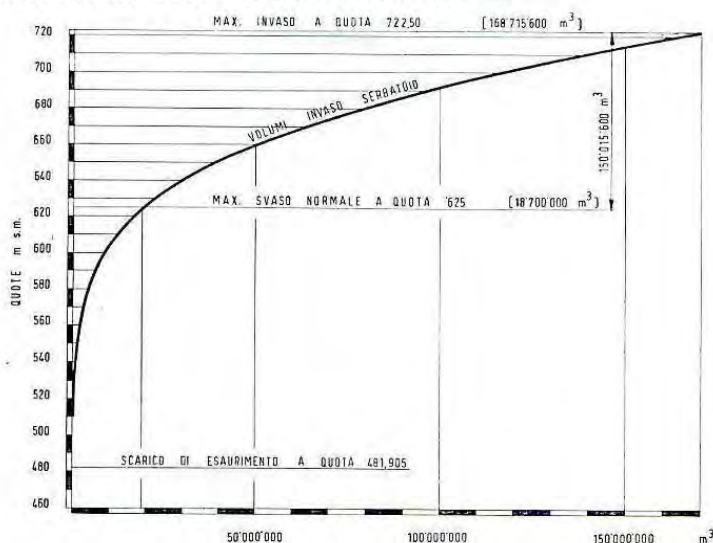
## Il Grande Vajont

Se nel progetto iniziale proposto dalla SADE nel 1940 la diga sul fiume Vajont sarebbe dovuta essere alta 200m creando così un bacino di 58.000.000 m<sup>3</sup> di acqua, il 31 Gennaio 1957 la società presenta una revisione al progetto della diga, innalzandola a 260m con un conseguente bacino di 168.000.000 m<sup>3</sup>, di cui utili 150.000.000. Questo enorme aumento era determinato dal fatto che la valle a V si allargava molto di più nella parte alta. In questo modo la SADE avrebbe prodotto la diga a doppio arco più alta del mondo. Così si svincolava il bacino dalla sua unica funzione di banca dell'acqua, aggiungendo all'impianto una centrale dedicata, quella del Colomber, capace di generare 24.000.000 kw/h annue, funzionante solo con il lago sopra quota 680m. Questa modifica al progetto venne approvata il 15 Giugno 1957, con Carlo Semenza presente durante la votazione e senza una perizia geologica definitiva. L'ingegnere aveva convinto il ministero che una vecchia perizia del 1937 era più che sufficiente per garantire la stabilità della valle anche con un così grande aumento del bacino. Un altro esempio del fatto che la SADE avesse scarsissime opposizioni da parte dello stato, anche perché, forse, quest'ultimo era all'oscuro di molte cose, senza contare che probabilmente sentiva la pressione di dover soddisfare la grande domanda di energia. Ad ogni modo la SADE nel Gennaio del 1957



aveva già iniziato ad allargare le fondamenta della diga, in attesa del permesso che sarebbe sicuramente arrivato. La diga viene ultimata nell'Agosto del 1960. E' interessante osservare come il conte Volpi, negli anni 20, fosse stato così lungimirante da far passare il decreto sulle centrali idroelettriche. Infatti solo nel 1958 lo stato donò alla SADE a fondo perduto 1.419.090.000 lire, nel 1959 prima 730.468.162 lire e poi 404.803.838 lire, per un totale di circa 2.500.000.000 di lire. Senza contare che poi lo stato l'avrebbe definitivamente comprata nel 1963 con l'ENEL.

**DIAGRAMMA DEGLI INVASI DEL SERBATOIO**

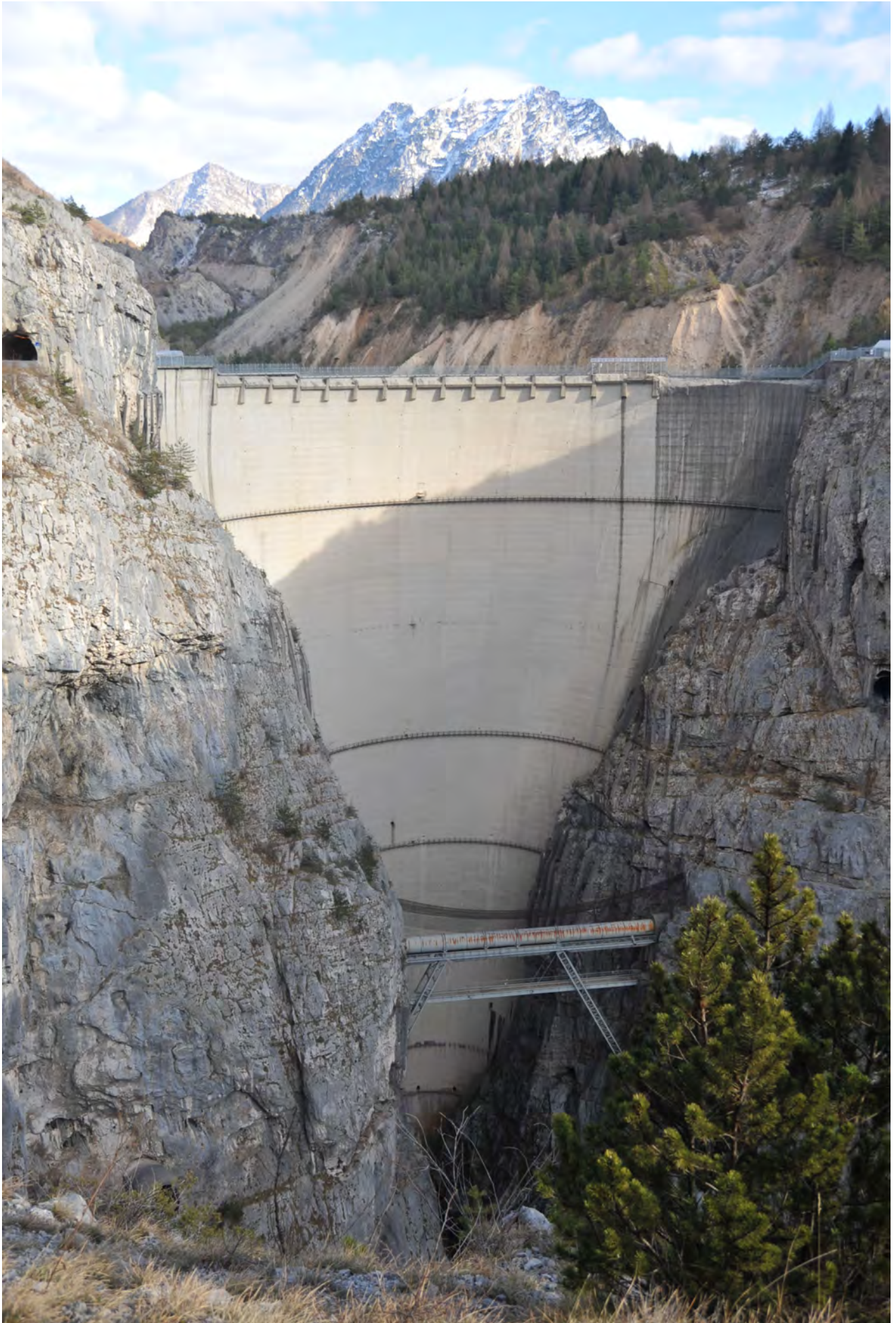


## Gli espropri nella valle

La SADE tra il 1948 e il 1957 fece un'impressionante opera di espropri nella valle del Vajont. Espropriò 170 abitazioni per un totale di 3000 ha di terreno. Nel complesso però il terreno comunale di Erto e Casso ne comprendeva solo 5.222 ha, quindi la SADE in 9 anni fece suo più di metà comune costringendo circa 500 contadini ad andarsene dal fondo della valle. Questi terreni venivano valutati pochissimo (circa 100l/m<sup>2</sup> rispetto al loro valore reale di 200) poiché erano inseriti sotto la voce "incolto produttivo" o "agraria forestale". Quindi gli abitanti dovettero lasciare le loro case e abbandonare le loro terre. In realtà il processo non fu così pacifico, ma la SADE, negli anni, forzando la mano e non incontrando nessun ostacolo dal comune e dallo stato, riuscì a fare sua quella valle. A volte però i cittadini non riuscivano nemmeno ad ottenere i soldi del loro esproprio perché il terreno su cui coltivavano era di proprietà di qualche antenato morto molti anni prima, e nessuno di quei contadini avrebbe mai pensato di farsi fare il passaggio di proprietà.

# La diga più alta del mondo

La diga tra il 1957 e il 1960 cresce di 60 cm al giorno. E' una cosa enorme. Quando è completata, nell'agosto del 1960 è alta 261,6m, è larga alla base 22m e alla sommità 3,4m. E' di tipo a doppio arco: significa che presenta una forma ad arco sia nella sezione verticale che in quella orizzontale. Il coronamento è lungo 190m, e sono stati usati 360.000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo per costruirla, e 400.000 m<sup>3</sup> per rinforzare le spalle della montagna. E' un muro di cemento che in molti definiranno "l'orgoglio dell'ingegneria italiana", e tale voleva essere. Il piede della diga è a 460 m s.l.m., alla stessa altezza di Longarone, e la sommità a 725,5m. Erto è più in alto, a 776 m e Casso a 951m. Salvo qualche piccola frazione, essi sono protetti da due speroni di roccia, ed è per questo che durante l'ondata hanno riportato solo pochi danni. Intorno alla diga, come su tutto l'arco alpino, correva km di tubature che servivano per collegare i vari bacini e by-passare i flussi dell'acqua dove necessario. Nei pressi della diga in particolare, vi erano le condutture che dal Piave scaricavano nel bacino del Vajont e poi venivano mandate nella val Gallina. Inoltre vi erano i tubi di uscita dal serbatoio che conducevano l'acqua alla centrale di Soverzene e a quella del Colomber. Con l'innalzamento della diga e di conseguenza del bacino, il fiume Vajont non era più sufficiente per riempire tutta la valle, allora gli ingegneri della SADE pensarono di utilizzare anche le acque del fiume Maè con una derivazione dal fiume Boite. In questa maniera si riusciva a portare il bacino a 722m di quota. L'utilizzo del Maè però, portò l'occasione anche di costruire la diga di Pontesei.

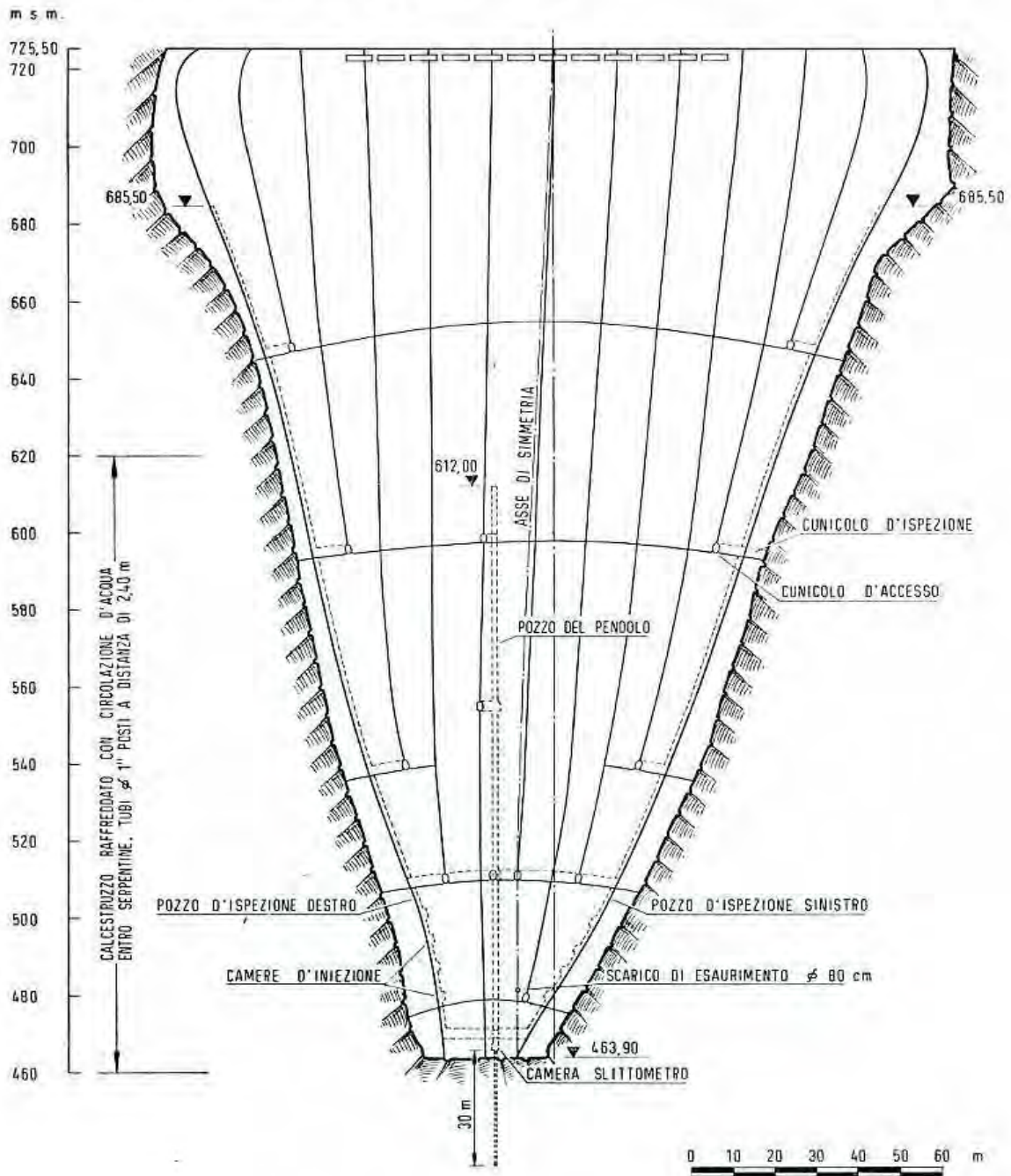




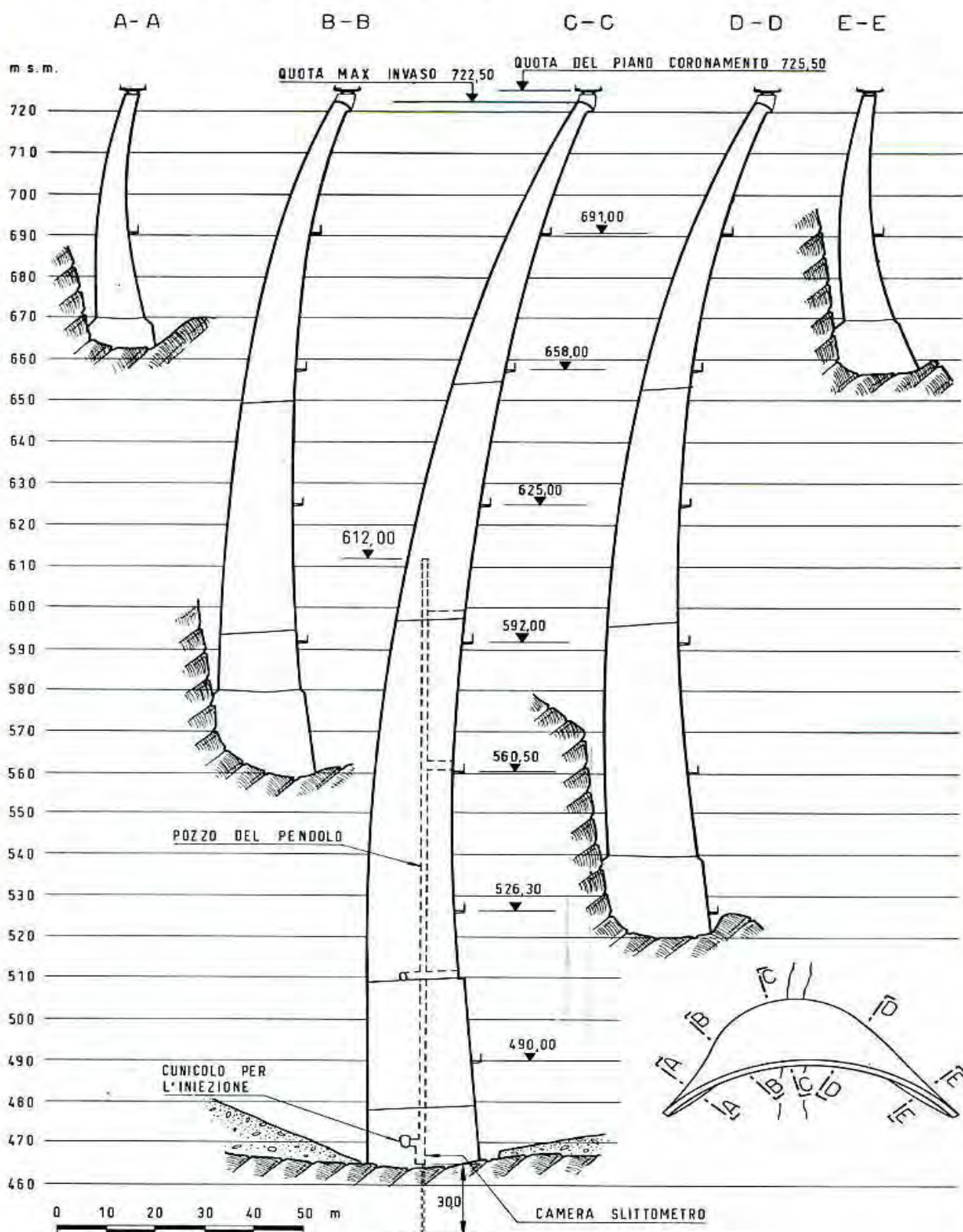
## SVILUPPATA IN FIBRA MEDIA DELLA DIGA

(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

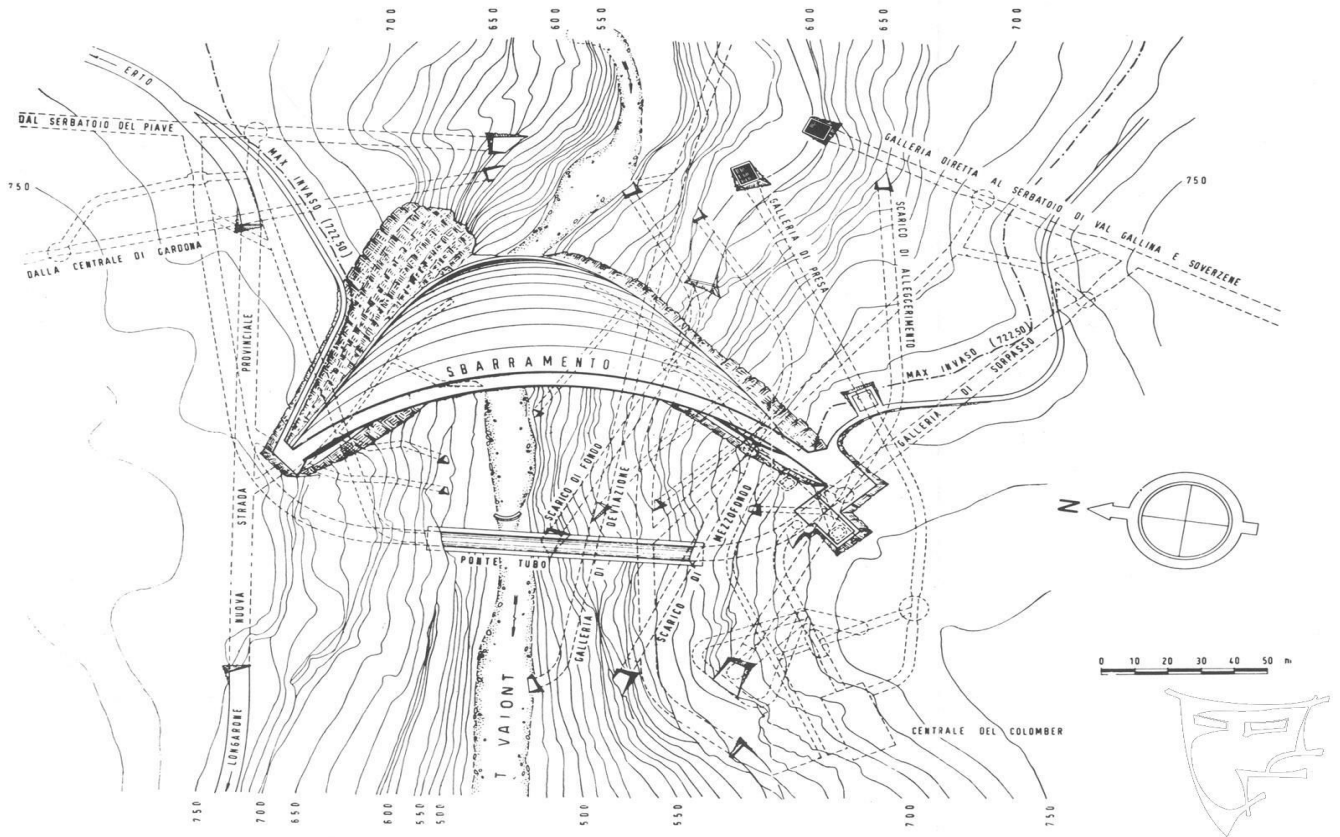


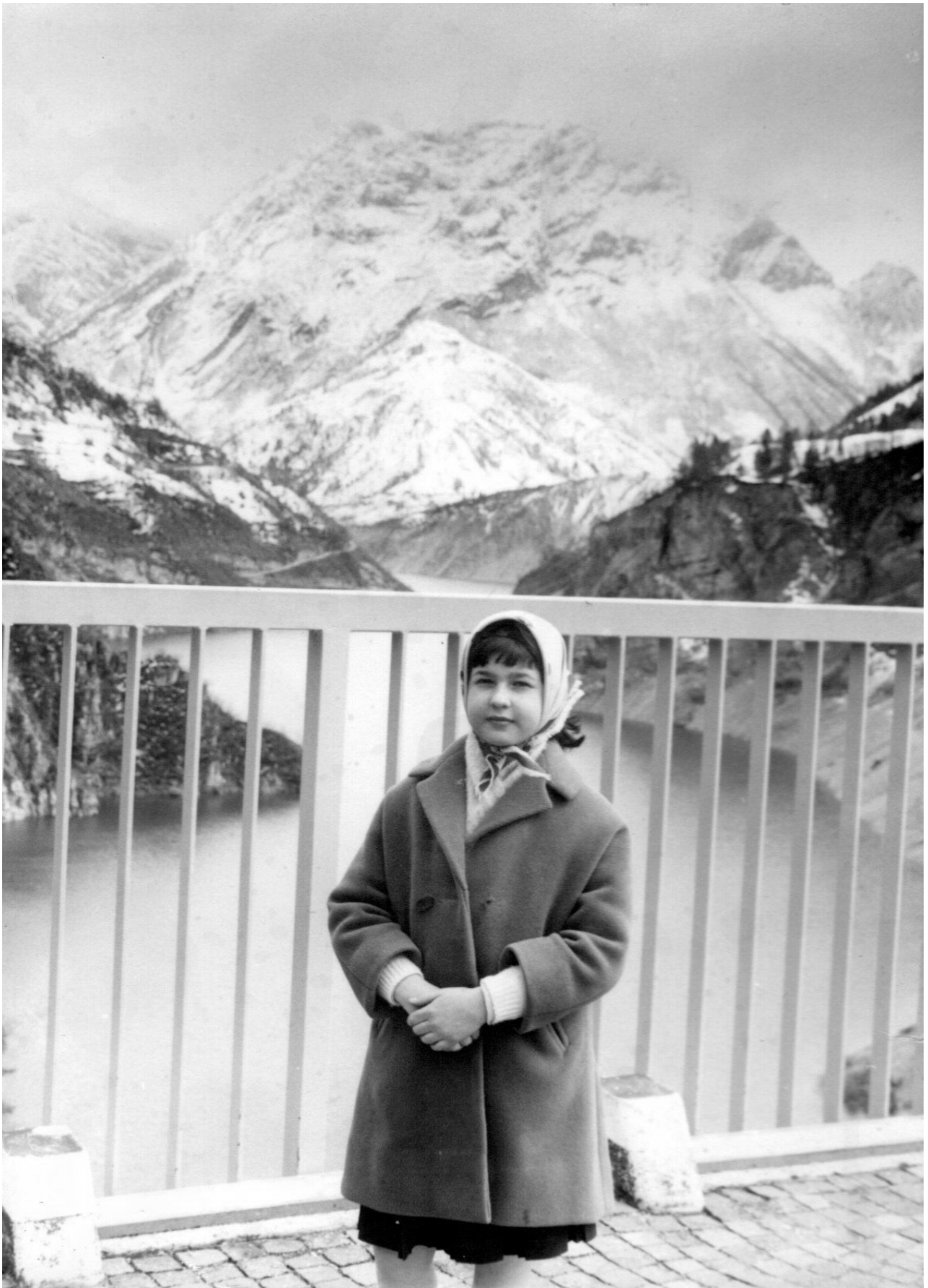
### SEZIONI VERTICALI DELLA DIGA



# DIGA DEL VAIONT (in costruzione)

PLANIMETRIA GENERALE DELLE OPERE DI SBARRAMENTO E PRESA CON LA CENTRALE DEL COLOMBER





Il lago nel 1963





La centrale di controllo e Longarone

## La diga di Pontesei

Il 22 Marzo 1959 una piccola frana di 3.000.000 m<sup>3</sup> di terra cadde nel bacino della diga di Pontesei sollevando un'onda di 20 metri che uccise un operaio. Vi furono però molti segni premonitori prima del crollo, infatti già settimane prima si sentivano forti boati vicino alle pendici dei monti circostanti e si vedevano delle macchie di terra nell'acqua. In sintesi l'acqua era entrata nel fianco della montagna che si era impregnato, e l'erosione aveva tolto il sostegno alla frana che è precipitata nel lago. La frana era stata prevista, e per

questo in quei giorni era lì presente un operaio a sorvegliare. Cominciarono allora i dubbi per il Vajont, poiché non si aveva una perizia geologica valida più di quella del 1937 di Dal Piaz, peraltro molto vecchio e ancora istruito sulla geologia anteguerra. Si cominciò a temere un evento catastrofico, centinaia di volte più grande a causa delle enormi dimensioni del bacino. Comunque si decise di proseguire. I cittadini tentarono anche di costituire il Comitato di Difesa della Valle Ertana, ma a poco servì, data la loro ignoranza e allo strapotere della SADE.

## Le prime fessure

Il muro, nel 1959, è quasi completo, mancano solo le rifiniture che verranno completate nel 1960. Intanto la SADE cominciò a riempire il bacino. Nel frattempo si iniziò anche a costruire la circonvallazione che avrebbe dovuto cingere la valle. Circonvallazione che però non aveva ancora ottenuto il permesso. Non importa, la SADE provò a costruirla lo stesso. Per la prima volta un uomo, l'ing. Desidera del genio civile di Belluno, accortosi che la costruzione era abusiva bloccò il cantiere. Il giorno dopo il ministro Togni lo trasferì ad altro impiego, e la costruzione della circonvallazione continuò senza problemi. Proprio durante questa costruzione però si cominciarono a notare alcune fessurazioni sul terreno dalla parte del Monte Toc. Andava denotandosi quindi la necessità di avere una perizia geologica più recente concentrata sui tutti fianchi della valle, perchè quelle eseguite fino ad allora erano incentrate sulle zone dove si credeva ce ne fosse più bisogno, come la zona della Pineda (zona ad est della frana instabile che però non partecipò al movimento durante il disastro del 9 Ottobre 1963). Queste perizie venivano eseguite dal geologo svizzero Muller e da Dal Piaz. Ma nel luglio 1959 Muller scrisse una lettera a Edoardo Semenza, figlio di Carlo Semenza, di occuparsi della perizia sui fianchi della valle e le varie modalità. Venne affiancato ad Ottobre da Franco Giudici. Semenza alla fine di agosto sostenne che il Monte Salta era solido, e che il pericolo si sarebbe dovuto temere dalla parte del Toc. Qui infatti vi era una frana appoggiata sul lato settentrionale del monte in maniera precaria, una grande paleofrana che avrebbe potuto rimettersi in moto con l'invaso. La massa era fortemente fratturata e per questo molto instabile. Lui aveva ottenuto questi risultati attraverso precisi carotaggi e studi lungo tutta la montagna. Qualche mese più tardi, nell'agosto del 1960 Semenza riuscì a definire circa la forma della frana, che assomigliava ad una M. Chiaramente però quelli della SADE, che non potevano

nemmeno prendere in esame una tale notizia, chiusero la perizia in un cassetto e zittirono tutti.

## La commissione di collaudo

Nel frattempo il primo Aprile 1958 il ministro dei lavori pubblici Togni nominò la commissione di collaudo che avrebbe dovuto verificare le effettive condizioni della diga e autorizzarne i primi invasi. Questa era composta da 2 membri su 3 che avevano già avuto rapporti professionali con la SADE. In pratica la commissione che collaudava dipendeva dai "collaudati". Effettivamente si recarono sul posto solo il 19 Luglio 1959, e stettero sul Vajont solo un'ora per un piccolo giro turistico, dopo di che la SADE li portò a fare un giro a Cortina e infine a mangiare sul Canal Grande a Venezia in uno dei suoi ristoranti. Penta, uno dei collaudatori, confidò a Biadene, ingegnere capo del cantiere, di essersi dimenticato sul Vajont i dati della diga. Nessun problema per la SADE, gli avrebbero inviato una relazione già fatta solo da firmare. Alla stessa maniera i commissari si comportarono nei due viaggi seguenti.

## Gli invasi

Il 28 Ottobre 1959 la SADE richiese il permesso per poter fare il primo invaso dell'impianto, e visto che il permesso non arrivava, cominciò l'invaso lo stesso il 2 Febbraio 1960 portando il lago a quota 600 m. Sembrava che il lago e il monte tenessero, per cui il 10 Maggio richiesero l'autorizzazione anche per il secondo invaso a quota 660m. Il permesso arrivò l'11 Giugno, ma chiaramente l'invaso era già stato fatto. Cominciarono a sentirsi dei boati e delle piccole scosse, e allora la SADE chiuse le vie di avvicinamento al lago ammonendo gli ertocassani di non avvicinarsi. Verso Ottobre si calcola che la frana avesse raggiunto una velocità di 3 cm al giorno. Il 4 Novembre una piccola frana di solo 800.000 m<sup>3</sup> si staccò dalla parete del Toc e finì nel lago, sollevando un'onda di 20 metri che non lasciò vittime. In quell'occasione la montagna si spaccò e sul fronte settentrionale del Toc comparve la famosa M trovata da Semenza. La SADE ora era seriamente preoccupata, perché forse Semenza poteva avere ragione e tutto l'impianto poteva essere compromesso. Intanto si decise di abbassare il livello del lago a quota 600m.

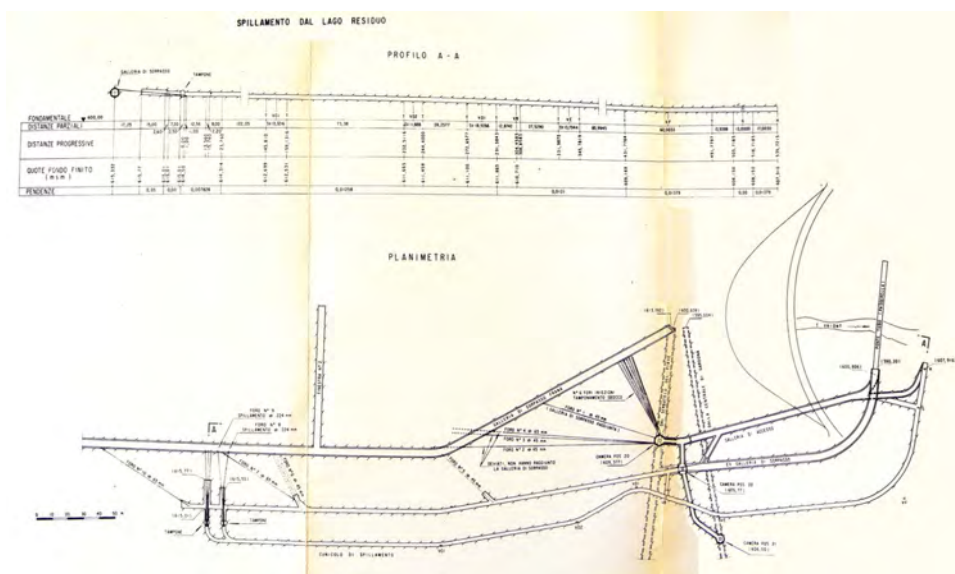
# La guerra di perizie

Ora la cosa più urgente da fare era quella di chiamare altri geologi per sentire altri pareri. Viene subito interpellato Pietro Caloi, un geosismologo, il quale sostenne che la frana poggiasse sopra un blocco di terra autoctono. Se pure poteva esserci una frana, questa poteva riguardare solo 10 o 20 metri di sfasciume superficiale, e non c'era dunque pericolo per l'impianto del Vajont. Muller oppose un suo parere, non riconoscendo subito la paleofrana, ma sottolineando subito la pericolosità dei possibili nuovi spostamenti di questa grande massa di terra. Dal Piazz, che riconobbe invece l'instabilità del Toc si limitò a raccomandare lo scavo di alcuni canali di drenaggio sopra la frana, in modo che le piogge non la imbevessero ancora di più. Per ultimo venne anche il geologo Penta, membro della commissione di collaudo, il quale sostenne a sua volta che secondo lui non c'era pericolo, perché non era pensabile che esistesse una frana di tali dimensioni. Ovvero pensare una cosa perché l'altra non conviene. La relazione più importante comunque oltre a quella di E. Semenza fu il 15° rapporto di Muller, del 3 febbraio 1961, dove proponeva alcuni rimedi per rallentare la frana, avendo capito che non poteva fermare. Tra le varie proposte, oltre a proporre di abbassare l'invaso, consigliò alcuni provvedimenti inattuabili per costo o pericolosità, come rimpicciolire la frana scavandone via alcune parti o di cementarla, o in ultimo di scavarne al di sotto una galleria drenante.

# La Galleria di Sorpasso

Ora la SADE era di fronte ad un bivio: continuare con l'impianto o fermare tutto perdendo miliardi. Continuò, richiudendo nel cassetto tutte le perizie e tacendo tutto al ministero. Si sapeva però che se la frana fosse caduta, oltre alle migliaia di morti, la SADE avrebbe perso l'impianto. Quindi anche vedendo che il monte piano piano si muoveva in seguito agli invasi e ormai sapendo per certo che la frana sarebbe caduta, anziché chiudere, svuotare il bacino, avvisare tutti del pericolo e andarsene, decise di cercare di salvare tutto. Se la frana fosse caduta avrebbe diviso il lago in due parti, che isolate sarebbero state inservibili. Decise quindi di costruire sotto il monte Salta un tunnel, chiamato Galleria di Sorpasso, che avrebbe collegato i due nuovi laghi, e che li avrebbe tenuti allo stesso livello per il principio dei vasi comunicanti. La galleria di sorpasso costò 1.000.000.000. Il

20% dell'intera opera. Si suppone anche che la galleria di sorpasso venisse costruita anche per evitare a paesi come Erto e S. Martino, vicini al lago, di venire sommersi in caso di frana, perchè il lago a monte della frana non avendo più avuto emissario sarebbe cresciuto troppo sommergendoli, in questo si comprende dalla preoccupazione di Carlo Semenza in una lettera del 20 Aprile 1961 a Vincenzo Ferniani, un altro ingegnere. Carlo Semenza morì però in quello stesso anno, e le sue attenzioni furono calpestate troppo presto. Ovviamente per costruire il by-pass sul fondo del lago, l'acqua dovette essere tolta. Il lago rimase vuoto quasi per tutto il 1961 e anche durante l'inverno tra il 1961 e il 1962. Poiché era l'acqua che contribuiva a smuovere la frana, ed ora era stata tolta, la frana che prima si spostava di qualche millimetro al giorno ora si era fermata. Questo aveva rincuorato gli ingegneri della SADE, che nel 1962 decisero di riprendere con gli invasi.



# L'esperimento di Nove

Per la SADE una volta avuta la certezza della frana dal quindicesimo rapporto di Muller (03/02/1961) e del fatto che questa non si potesse fermare, era importante avere una stima della possibile onda sollevata dal catastrofico evento. Incaricò quindi il professor Ghetti dell'università di Padova di costruire un modello della valle del Vajont e della diga in scala 1:200, e poi di simulare la frana per capire che onda si sarebbe formata. Quella di Nove era una centrale idroelettrica sempre di proprietà della SADE, in Veneto, ben lontana da occhi indiscreti. Qui venne allestito un plastico in scala e la frana venne simulata con della ghiaia legata con reti metalliche. Già questo fu un primo errore, perché a parità di volume la ghiaia è meno densa della terra e quindi avrebbe sollevato un'onda minore. Nel complesso Ghetti fece 22 esperimenti in due serie, la prima di 4, effettivamente mostrati alla commissione di collaudo, che però erano solo dei tentativi e non rispecchiavano l'esatta situazione, l'altra di 17, fatta secondo le direttive di Edoardo semenza che insieme alla ghiaia aveva consigliato di:

- mischiare la ghiaia con tronchetti di canapa
- aumentare l'angolo di scivolamento fino a  $42^\circ$
- trainare la frana con un trattore per darle velocità costante anche a contatto con il lago, perchè nell'esperimento a causa della massa troppo piccola avrebbe frenato.

In secondo luogo, avendo la frana una forma di M, quindi composta di due gobbe, l'esperimento venne condotto con una frana caduta in due tempi, poiché pareva impossibile che cadesse tutta insieme. Si giustificarono dicendo che simulando la caduta della seconda gobba nel momento del ritorno dell'onda provocata dalla prima, si avrebbe avuto un'onda simulata ancora più grande. La simulazione comunque avvenne con due blocchi di ghiaia simulanti due frane separate per complessivi  $200.000.000 \text{ m}^3$ , comunque con una quantità insufficiente. Lo scopo in sostanza era di capire che tipo di onda si sarebbe formata dipendentemente dalla velocità di caduta della frana, infatti la massa aveva una importanza relativa rispetto alla velocità. Si pensò, anche in base alle conoscenze in possesso ai tecnici fino a quel momento che un tempo di caduta ragionevole per quel tipo di frana fosse di circa due minuti, ma effettivamente per provare il caso peggiore si simulò una frana di un solo minuto, che in scala corrispondeva a 4,24 secondi. Con questi risultati Ghetti capì che con il lago a quota 700 il sovrizzo sul lago sarebbe stato al massimo di 30 metri, facendo uscire poca acqua dalla diga. Ghetti quindi

capi, in base a quei dati, che in caso di frana, il livello del lago non avrebbe dovuto superare i 700 m s.l.m., quota definita di massima sicurezza anche nel caso del più catastrofico evento di frana. Inoltre ammonì seriamente la SADE, e disse che se il lago al momento della frana si fosse trovato a 715 m s.l.m. la frana avrebbe provocato un'onda con una massa 475 volte più grande (da 21.000 m<sup>3</sup> a 10.000.000 m<sup>3</sup> di acqua) della precedente con conseguenze disastrose sia per gli abitanti della valle, sia per quelli al di fuori a causa di una grande quantità d'acqua che avrebbe superato il coronamento della diga. Questo si spiega con la formula dell'energia cinetica  $E=1/2mv^2$ , infatti, se il tempo considerato per la caduta della frana era di 60 secondi, tempo con il quale essa avrebbe dovuto sollevare un'onda di 30 metri, quello effettivo fu di 20, causando così una triplicazione della velocità. Questo significa per la formula che si avrebbe avuto un aumento di 9 volte dell'energia cinetica della frana sul lago, perchè  $3^2=9$ , producendo, secondo i calcoli di Ghetti, un'onda di 180 m, come fu in realtà. Insomma, per quanti esperimenti potesse aver fatto Ghetti, questi si basavano tutti su premesse errate, ed errati furono i risultati. Gli esperimenti furono terminati alla morte di Carlo Semenza, che era il più interessato nel loro svolgimento. Effettivamente questo esperimento venne preso in considerazione, ma in maniera sbagliata. I fatti di nove rassicurarono gli ingegneri, facendogli pensare che a quota 700 non ci fosse pericolo di un'onda troppo grande, anche perchè pareva scientificamente impossibile che una frana di quelle dimensioni cadesse solo in un minuto. Ovviamente questa analisi fu tenuta nascosta al ministero.



Il modellino del lago

## Gli ultimi invasi

Chiaramente con il disgelo e l'arrivo della nuova acqua il monte ricominciò a muoversi. Il secondo invaso, iniziato gennaio 1962, si prefiggeva di portare l'acqua da quota 650 a quota 700m. Dopo l'inverno del 1962, periodo nel quale il lago era rimasto a 650 m, il disgelo rimise in moto la frana, ma questo a quelli della SADE non importò, e alla fine del 1962 si giunse a quota 700, ma la frana stava accelerando, così si decise di scendere di nuovo a quota 650m (raggiunta all'inizio del 1963) per permettere alla frana di assorbire l'acqua con calma. Si era infatti notato che se ad ogni invaso corrispondeva un aumento della velocità della frana, che scendeva dopo qualche giorno di stabilità. Questo aveva fatto pensare che effettivamente la frana avrebbe potuto stare su anche con invasi molto grandi, seppur eseguiti lentamente. Per tutto il 1962 e l'inizio del 1963 dal Toc provennero forti scosse, rumori, boati sempre più forti. I cittadini erano spaventati e come avevano fatto negli anni precedenti spedirono molte lettere al comune, il quale le girò alla SADE. Questa si limitò a sostenere che si trattava di normali scosse di assestamento, e che tutto era tenuto sotto controllo. In realtà l'unica cosa che aveva fatto la SADE era stata di porre un sismografo sul Toc insieme a qualche dispositivo luminoso sulla linea di frana per vedere gli spostamenti della stessa. Spinti forse anche dalla crisi energetica dell'inverno 1962-1963 dove aveva piovuto pochissimo e le centrali idroelettriche avevano prodotto pochissima energia, si decise di ritornare a quota 700 m, quota raggiunta nell'aprile 1963. Gli spostamenti, se nei primi anni erano di pochi millimetri al giorno, nel 1963 cominciarono ad essere di diversi centimetri.

## L'informazione

Data la confusione che stavano facendo la SADE e gli abitanti di Erto, possibile che nessuno diffondesse tali notizie? Il giornale più letto nel Veneto e Friuli era il Gazzettino, che era appartenuto prima al conte Volpi, e poi era passato in mano ai Democristiani. Di conseguenza non aveva nessun vantaggio a riportare notizie che mettessero in cattiva luce la SADE, e per questo taceva. Ha taciuto sulle proteste dei contadini, sugli espropri, sulla frana del 4 Novembre, sui boati che si sentivano in continuazione e su tutto il resto. In questa maniera su tutta la valle del Piave passava l'idea che la diga fosse un bene per



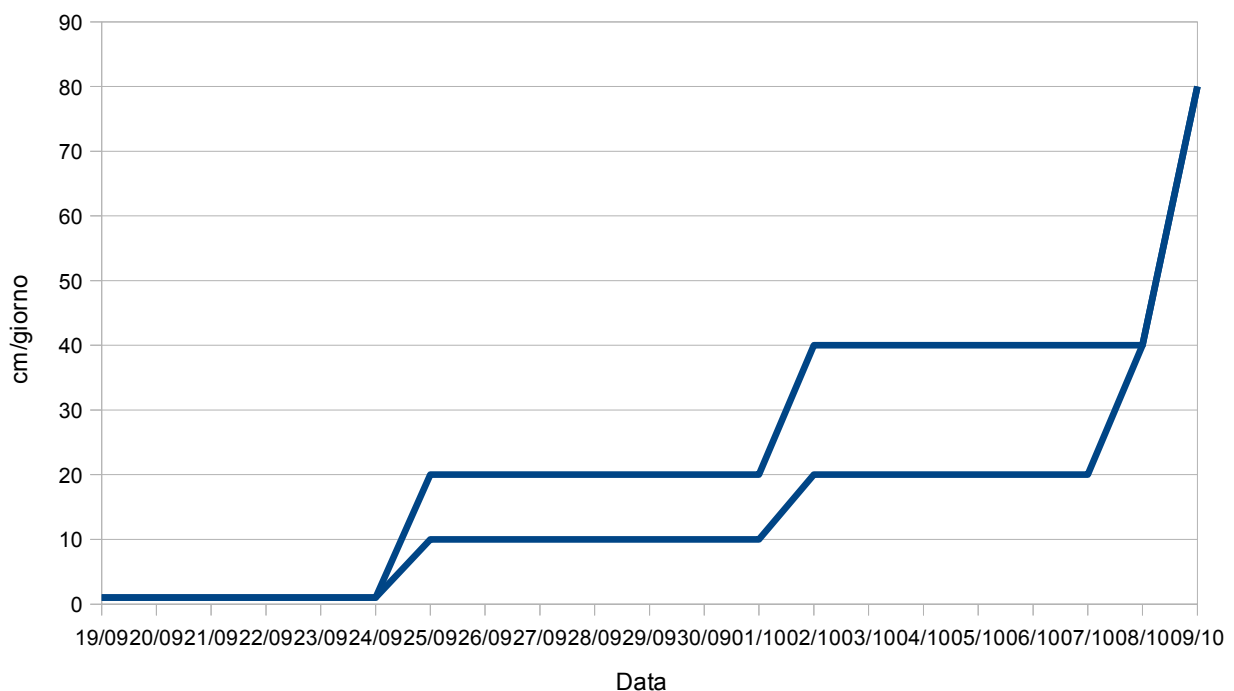
tutti, che avesse portato occupazione (come effettivamente era stato) e che non ci fosse alcun pericolo. Dall'altra parte, una giovane giornalista dell'Unità, Tina Merlin, continuava a scrivere articoli che rappresentavano ciò che faceva la SADE nella valle del Vajont vista dai contadini. L'Unità era però un giornale comunista, quindi mal visto che nella valle tirava meno di 10 copie. Ecco quindi che in questo caso le notizie più veritiere non venivano lette, anzi quelli della SADE che leggevano pensarono bene di fare causa a Tina Merlin per aver pubblicato "notizie false e tendenziose a turbare l'ordine pubblico". Ovviamente fu assolta in poco tempo nel 1961 dal tribunale di Milano. La giornalista infatti tra il 1960 e il 1962 aveva presagito che sarebbe venuta giù la frana con conseguenze gravissime per i paesi sottostanti.

## La nazionalizzazione

Ora per la SADE c'era una nuova questione da tenere presente, la nazionalizzazione dell'energia elettrica. Significava che lo stato avrebbe comprato, attraverso l'ENEL, gli impianti privati. L'ENEL venne fondata nel Dicembre del 1962. La SADE chiaramente era obbligata a presentare il suo impianto nelle migliori condizioni, e, possibilmente a dimostrarne la grandezza e la funzionalità. Per fare ciò, il modo migliore era spingere al limite lo stesso impianto. Non importava se questo avrebbe comportato dei pericoli. La SADE non informò nessuno del reale pericolo di frana perché sennò lo stato si sarebbe insospettito, magari mandando a monte l'affare o denunciando la stessa società per una cessione fraudolenta. La società quindi mantenne il segreto, e il 20 Marzo 1963 chiese l'autorizzazione per alzare il livello a 715m. L'autorizzazione arrivò il 30 Marzo, e il 10 Aprile cominciò l'invaso. Il 27 Luglio la SADE venne comprata dall'ENEL, ma bisognava ancora collaudare. Il 2 Settembre si raggiunse quota 710m, ma la montagna non reggeva più e si avvertì una scossa del 7° grado della Scala Mercalli, con la frana che scendeva a 0,5 cm al giorno, una velocità piuttosto elevata. Si decise fermare l'acqua, ma solo quando gli ingegneri della SADE ebbero capito che se avessero continuato sarebbe venuta giù la frana. Solo in quel momento si ricordarono di Ghetti, che aveva detto di non superare quota 700m. Dal 26 Settembre si cominciò lo svaso, e il giorno della frana l'acqua era arrivata a quota 700m.

# Ottobre 1963

Se durante tutto il Settembre 1963 le scosse e movimenti del Toc erano peggiorati, in Ottobre non andava certo meglio. Ora però Biadene era nei guai: aveva taciuto tutto al ministero, che era rimasto ancora all'ultimo rapporto della commissione di collaudo del 17 ottobre 1961. Non aveva avvisato nessuno dei paesi vicini del pericolo, e ora si accingeva ad andare in ferie. Il 9 ottobre era una giornata di sole per tutta la valle. I boati e le scosse erano ormai frequentissimi, e quel pomeriggio i tecnici della SADE capirono che la frana sarebbe caduta di lì a poche ore. Si contattarono i carabinieri ordinando di chiudere con posti di blocco la statale che conduceva alla valle del Piave. Era meglio che nessuno si avvicinasse a quella zona troppo pericolosa. Nessuno però avvertì la popolazione stessa della valle, che rimase ignara del pericolo. La sera si giocava Ranger-Real Madrid, e tutti i cittadini dei comuni in periferia si recavano in centro dove c'era almeno un bar con una televisione. Longarone era pieno di persone. Alle 22.39 la frana venne giù e in 4 minuti morirono 1910 persone in 10 comuni diversi.



Il grafico mostra l'accelerazione della frana nei giorni precedenti al disastro.





# I giornali dopo il disastro

Nei giorni seguenti i giornali si occuparono della vicenda dedicando anche per due settimane le prime pagine agli articoli riguardanti la diga. Ovviamente le posizioni prese da ciascun quotidiano era diverse da quelle degli altri. In particolar modo si potevano vedere due blocchi di pensiero distinti. Da una parte c'erano i giornali di destra, come il Corriere, il Giorno e il Gazzettino, che sottolineavano il cordoglio per le vittime e si ponevano delle domande sul perché fosse successo questo. Se da una parte il Giorno era moderato, limitandosi ad osservare i danni e a sostenere che sarebbe meglio cercare di non superare la natura con le dighe, dall'altra, nel Corriere, si ha uno strenuo difensore della grande opera ingegneristica come Dino Buzzati, il quale sostenne: "Sulla base dei dati sin qui a nostra disposizione dobbiamo dire che il dramma (del Vajont) è stato determinato da un concorrere di circostanze nelle quali la tecnica – in particolare quella delle dighe e dello sbarramento idroelettrico – non entra neppure tra le concause. (...) Le forze della natura (...) hanno trovato una volta tanto nelle strutture create dall'uomo un contrasto non impari alla loro furia. Dobbiamo alla saldezza della diga del Vajont, alle sue caratteristiche strutturali e costruttive, il fatto decisivo che non tutti i milioni di metri cubi raccolti a monte di essa si sono precipitati a valle (...)". In questa posizione si legge chiaramente il messaggio che la SADE aveva voluto mandare, cioè che lei era una grande società costruttiva e che le sue dighe erano così forti e ben fatte da tenere tutti al sicuro. Non era certo colpa sua se il monte era venuto giù. O almeno questo era quello che sapevano i giornalisti che non avevano vissuto là in quegli anni. Di impronta più falsa furono gli ingegneri della SADE che per qualche giorno pubblicarono sul Gazzettino la notizia che fosse stato un terremoto per loro imprevedibile a scatenare la frana. Di opinione opposta erano i giornali di sinistra, lanciati contro il governo e la SADE, che accusavano tutti di negligenza. In particolare l'Unità, il giornale di Tina Merlin, scriveva come titolo in prima pagina "Atto di accusa". Un titolo ben diverso da quelli quasi stupiti e addolorati degli altri quotidiani. L'Unità era furiosa perché ciò che era successo era, secondo loro, stato predetto già da due anni da Tina Merlin, e per questo la giornalista era stata citata in tribunale. Accusarono anche il governo di non essere intervenuto, che sicuramente era all'oscuro di molte cose, ma anche intriso di funzionari troppo legati alla SADE per poterla ostacolare. Poi l'Avanti, un altro quotidiano di sinistra, che cita anche lui le responsabilità della SADE, definendo l'evento una tragedia all'italiana. Nel senso che tutto avvenne indisturbato con nulla di regolare e che se qualcuno al di fuori avesse provato a dare

fastidio sarebbe stato allontanato.

Si riportano di seguito due articoli importanti per capire quali fossero i rapporti con la SADE poco prima del disastro.

... ma sottovalutata il testo della denuncia.  
Ecco il testo della risposta: « Senza entrare nel merito delle affermazioni piuttosto azzardate contenute nel foglio n. 2287, inviatici il 2 settembre, osserviamo quanto segue: per quanto riguarda il comma 2 il prof. Pietro Caloi, direttore dell'Istituto nazionale di geofisica di Roma, che ha installato la stazione sismografica situata presso la diga Carlo Semenza, sul torrente Vajont, e quelle situate presso la diga di Pieve di Cadore e dell'Ambiesta, ha esaminato i diagrammi relativi al movimento sismico determinatosi alle ore 10,18 del giorno

2 settembre e ci ha scritto quanto segue: « Ho ricevuto i sismogrammi relativi all'attività sismica del 2 corrente, quali furono registrati al Vajont e a Sottocastello. L'esame delle registrazioni, avuto riguardo alla scossa principale delle ore 10 e minuti 18, ha condotto alle seguenti conclusioni. L'epicentro risulta sulla destra del fiume Piave, e precisamente fra Longarone e Castellavazzo (5 chilometri circa ad occidente di questa ultima località). La sua profondità ipocentrale è dell'ordine di alcuni chilometri, com'è provato dalla lunghezza delle registrazioni. Si tratta quindi di una scossa di origine tettonica, senza nessun legame con la zona a carattere franoso superficiale, a monte della diga del Vajont dove, in seguito ad essa, come sovente succede in questi casi, in zone instabili, si è verificata una lieve recrudescenza degli « scricchiolii locali ».  
La cosa non meraviglia, rientra in pieno nella ripresa dell'attività sismica, che si è verificata in Italia negli ultimi tre anni, nelle zone montuose dove l'orogenesi è ancora in atto. Per limitarci alla zona del medio Piave, ricorderò che, negli ultimi mesi, le stazioni sismiche di Sottocastello, Vajont e Tolmezzo hanno ripetutamente registrato movimenti sismici provenienti in gran numero, dal massiccio del monte « Pramaggiore » (a nord-est di Cimolais) e, soprattutto, dal col Visentin, dove ebbe origine la scossa che l'8 maggio di quest'anno mise in forte allarme le

Per quanto riguarda l'ultimo comma della prima pagina dalla lettera: « Se poi la nomina a certezza e sicurezza codesto non può dare, come si può interpretare dal telegramma in cui dice: « Data persistenza noto stato pericolo pubblico » osserviamo che la citata frase del nostro telegramma, come è ben noto a chi ha edato la lettera a cui rispondiamo, si riferisce ai movimenti ondosi che possono verificarsi sul lago in questa fase di riempimento sperimentale e non a un pericolo pubblico originato da altre cause. Ed è incomprendibile che nell'atmosfera di così grave preoccupazione che ora è lamentata da questo Comune, il Comune stesso abbia pensato, nei mesi scorsi, di togliere il divieto di avvicinarsi alle sponde del lago e di oltrepassare la fascia di sicurezza di proprietà di questo ente e stabilita a salvaguardia delle persone ».

popolazioni del basso Bellunese ». Sempre e con riferimento al comma 2), per ristabilire la verità facciamo presente che lo stavolo già di proprietà dei fratelli Lorenzi Canever, ed ora di quest'ente, situato in località Toc, era da anni gravemente lesionato per un movimento del terreno su cui era fondato, e da tempo in demolizione. L'ultimo suo muro è caduto il giorno 1 settembre, precedentemente cioè al terremoto del giorno 2.  
Per quanto riguarda il comma 4), tutto il serbatoio e, quindi anche la sponda sotto l'abitato di Erto, sono oggetto di giornalieri controlli da parte del nostro ufficio locale. I risultati dei controlli stessi, da parte del nostro ufficio locale, vengono mandati quindicinalmente al Genio civile di Belluno, al Servizio dighe e ai membri della commissione di collaudo nominata già in fase di costruzione della diga. In particolare l'abitato di Erto, situato a quota molto più elevata dal massimo invaso, è in situazione statica che in nessun caso può essere influenzata dalla presenza del serbatoio come è dimostrato dagli studi seguiti a suo tempo dal compianto prof. G. Dal Piaz e dal prof. C. Veder, e come confermano tutte le osservazioni finora fatte durante l'invaso sperimentale.

Il Gazzettino 15 Ottobre 1963, estratto pag 3

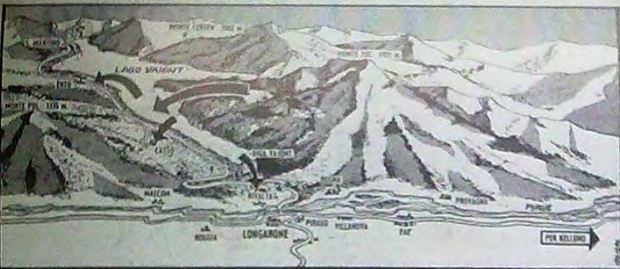
### Un rapporto dell'8 ottobre

SULLO — Possiamo aver sbagliato tutti. Ora lo sto chiarendo soltanto perché il Governo rispose così. Dunque il prof. Penta, in data 31 ottobre 1963, pur non sciogliendo le riserve formulate l'anno precedente, firmò un rapporto della commissione di collaudo nel quale « constatato che il movimento franoso appariva in fase di quiescenza, autorizzava il riempimento del bacino con criteri di gradualità e tenendo sotto controllo la possibilità che con l'invaso il versante si rimettesse in movimento ».  
Venendo ai tragici giorni recenti, il Ministro ha detto che erano stati inoltrati due rapporti della Sade Enel di Venezia al Servizio dighe del ministero dei Lavori pubblici. Nel primo, del 18 settembre 1963, a firma dell'ing. Biadene, si rilevava un incremento di velocità nel movimento franoso nella zona del monte Toc: si giudicava per altro non preoccupante detto movimento, pur sottolineando la sua accentuazione ogni qualvolta venivano sottoposte ad invaso nuove zone di sponde. Il secondo rapporto, del 3 ottobre 1963, attestava invece un sensibile aumento del movimento nella zona del monte Toc soprattutto nei punti più bassi e sul lato ovest, giu- dicava però la velocità di detti movimenti inferiore a quella della massa franata nel 1960 e raccomandava una serie di apprestamenti tecnici di salvaguardia.  
In tutta questa fase nessun invito ad intervenire pervenne al Servizio dighe del ministero dei Lavori pubblici: soltanto alle 17,30 del 9 ottobre l'ing. Badini, responsabile del settore, fu informato di una telefonata pervenuta dall'ing. Biadene della Sade Enel che, dando notizia dell'accentuarsi del movimento franoso, chiedeva una visita sul luogo del capo del Servizio dighe e del prof. Penta.

Sullo ha quindi letto un rapporto dell'8 ottobre, arrivato al Ministero l'11 per posta, sottoscritto dall'assistente governativo e con il quale si descriveva la situazione a ventiquattro ore dalla tragedia. Tale documento riferiva che, dalla metà di agosto in poi, si era verificato un abbassamento del suolo dell'ordine di cinque-dieci centimetri al giorno; in seguito a ciò era stato disposto l'abbassamento del livello del lago con un decremento di un metro al giorno. Inoltre veniva reso noto che il sindaco di Erto aveva emesso un'ordinanza di evacuazione della zona di Erto e non di quella di Longarone. Si aggiungeva che, anche nel caso estremo di una frana totale del monte, l'onda avrebbe raggiunto i venticinque metri e la diga l'avrebbe contenuta (Proteste, rumori, battibocchi).

Sullo ha quindi letto un rapporto dell'8 ottobre, arrivato al Ministero l'11 per posta, sottoscritto dall'assistente governativo e con il quale si descriveva la situazione a ventiquattro ore dalla tragedia. Tale documento riferiva che, dalla metà di agosto in poi, si era verificato un abbassamento del suolo dell'ordine di cinque-dieci centimetri al giorno; in seguito a ciò era stato disposto l'abbassamento del livello del lago con un decremento di un metro al giorno. Inoltre veniva reso noto che il sindaco di Erto aveva emesso un'ordinanza di evacuazione della zona di Erto e non di quella di Longarone. Si aggiungeva che, anche nel caso estremo di una frana totale del monte, l'onda avrebbe raggiunto i venticinque metri e la diga l'avrebbe contenuta (Proteste, rumori, battibocchi).

Il Gazzettino 16 Ottobre 1963, estratto pag 6



Una ricostruzione panoramica della zona devastata dalla tremenda ondata vista da sud-ovest. La freccia grande indica il punto in cui è franato il monte Toc; le altre dove l'acqua è trascinata e ha investito le località.

# 3000 morti!

# I terribili 7 minuti

**SITUAZIONE**  
**Fatalità della natura e responsabilità dell'uomo**

di ENZO FORCELLA

**S**EBBANTA milioni di metri cubi d'acqua che si precipitano nella valle da una

incolore, per un'ora, in un'area di 100 chilometri quadrati. Il disastro è stato preceduto da un periodo di siccità che ha fatto perdere l'acqua al lago. La diga di Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

Quattro anni fa la rottura della diga di Frejus, nella Francia meridionale, provocò 411 vittime e già allora gli levati del giornale rinfacciavano a trovare le parole adatte per descrivere ciò che avevano visto. Disastri analoghi si sono verificati nei perenni deserti. Soltanto in Italia, negli ultimi quarant'anni, vi sono almeno due precedenti. Il crollo della diga del Gesso nel '23, quella del lago Corno nel '55. Ma, per quanto sfortunati, i costi si sono sempre fatti a centinaia non a migliaia di morti. Abbiamo letto nelle prime corrispondenze che questa volta sono stati ritrovati cadaveri a disotto chilometri dal luogo del disastro. Per ritrovare un termine di paragone bisogna risalire alle rovine dei grandi terremoti: Messina, Casamicciola, Aversa.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

L'ingegnere che l'aveva progettata, il professor Luigi E. Ferraresi, era stato ucraino e la sua impresa era stata quella di terra per gli italiani. Una semplicità allucinata.

La diga della valle del Gesso, il corno, era stata costruita in un'area di 100 chilometri quadrati. La diga del Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

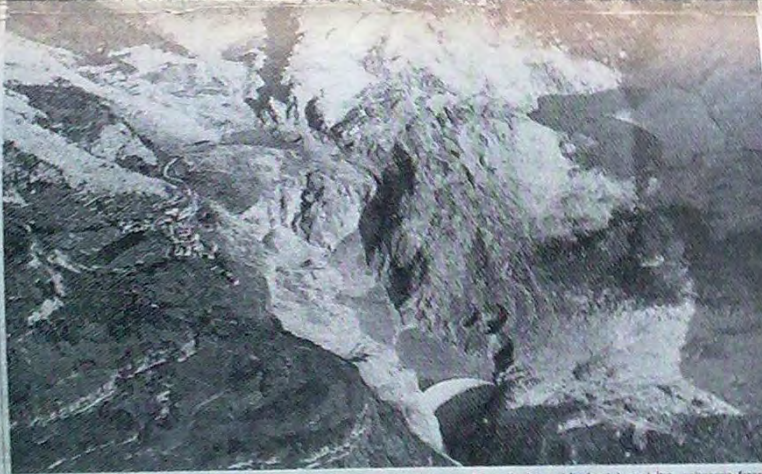
L'ingegnere che l'aveva progettata, il professor Luigi E. Ferraresi, era stato ucraino e la sua impresa era stata quella di terra per gli italiani. Una semplicità allucinata.

La diga della valle del Gesso, il corno, era stata costruita in un'area di 100 chilometri quadrati. La diga del Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

- ◆ 60 milioni di metri cubi di acqua e terriccio hanno cancellato Longarone con tutte le sue frazioni, oltre a molte case sulle rive del bacino idroelettrico
- ◆ L'immensa frana si è staccata dal monte Toc ed è precipitata nel lago sollevando tremende ondate

**SULLO ANNUNCIA**  
**Scienziati per la**  
**inchiesta**



SEBBENTA milioni di metri cubi d'acqua, ha superato la diga del Valot, dopo che dalla pendice del monte Toc (volla destra della foto) è precipitata un'immensa frana di terra e di rocce nel bacino idroelettrico. L'acqua è stata travolta in un parco, come al vede, da questa massa rocciosa e l'ondata gigantesca, formata da 60 milioni di metri cubi d'acqua, ha superato la diga rovesciandola nella valle, causando morte e distruzione. (Publifoto)

FRANCO NASI  
BELLINO, 30 ottobre  
CINQUECENTO scampati, 100 feriti e gli altri, per arrivare al numero di 4000, sono gli scomparsi. Queste le cifre, vaghe, della grande tragedia precipitata nella valle del Valot, sopra la diga più alta d'Italia.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

L'ingegnere che l'aveva progettata, il professor Luigi E. Ferraresi, era stato ucraino e la sua impresa era stata quella di terra per gli italiani. Una semplicità allucinata.

La diga della valle del Gesso, il corno, era stata costruita in un'area di 100 chilometri quadrati. La diga del Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

La diga della valle del Gesso, il corno, era stata costruita in un'area di 100 chilometri quadrati. La diga del Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

La diga della valle del Gesso, il corno, era stata costruita in un'area di 100 chilometri quadrati. La diga del Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

La diga della valle del Gesso, il corno, era stata costruita in un'area di 100 chilometri quadrati. La diga del Valot, alta 100 metri, è stata travolta e l'acqua ha investito le località sottostanti.

La diga del Valot costituiva un argine della roggiatura idraulica. Il più alto bacino d'acqua era a valle a d'Europa. Questo argine di lavoro, il più modesto, era stato della tecnica costruttiva ardita e originale.

**Nelle**  
**pagine**  
**2-3-4-5**  
I servizi dei nostri inviati dai luoghi della sciagura, notizie da Roma e dalle capitali del mondo.

## ENZO PACI

**FUNZIONE DELLE SCIENZE E SIGNIFICATO DELL'UOMO**  
482 pagine - Lire 1500  
Collana LA CULTURA

Un libro che espone con chiarezza i principi fondamentali della fenomenologia, la ricerca e la filosofia della nuova epoca. Un'analisi precisa e completa della funzione delle scienze nella nuova epoca e nella ricerca attuale.

**CASA EDITRICE IL SAGGIATORE**  
Via Broletto, 15 - 20121 Milano - Tel. 02/76001

**In un'ansa del Piave 200 salme**

BELLINO, 30 ottobre. In un'ansa del Piave, fra le rovine di un villaggio, sono stati ritrovati 200 salme. Le salme sono state ritrovate in un'ansa del Piave, fra le rovine di un villaggio, sono stati ritrovati 200 salme.

BELLINO, 30 ottobre. In un'ansa del Piave, fra le rovine di un villaggio, sono stati ritrovati 200 salme. Le salme sono state ritrovate in un'ansa del Piave, fra le rovine di un villaggio, sono stati ritrovati 200 salme.

Stampato in Italia







La ribellione cobalta  
risparmiare ormai soffocata

# Unita

ORGANO DEL PARTITO COMUNISTA ITALIANO

TRAGEDIA  
DEL VAIONT

Oggi sarà presentato al presidente Segni il  
«Libro bianco» sulla tragedia del Vaiont

# ALTO ACCUSA

## Rischio calcolato

UNA ENORME massa di 10 milioni di metri cubi di spianata, tutta una montagna sul versante sud del lago artificiale, sta frangendo. Non si può sapere se il cedimento sarà lento o se avverrà con un terribile scivolone. Quanto il lago fosse pieno avrebbe un tremante disastro per il paese di Longarone adagiato in fondo valle.

«Questo paese, forse i lettori hanno la possibilità di ricostruire nel loro immaginario l'aspetto della montagna. Una montagna ricoperta a pag. 4 del nostro giornale, non furono scritte le parole che seguono. Il libro, vale a dire alla vigilia della tragedia del Vaiont, era il numero 11 del luglio 1963, vale a dire due anni e otto mesi prima che la tragedia si verificasse.

L'interrogante che si pone oggi per primo alla pubblica opinione è: «Perché oggi si è ritrovato un libro che racconta un fatto che è avvenuto ventisei anni fa?». Il libro, intitolato «Il rischio calcolato», è stato scritto da un gruppo di ingegneri e architetti che lavoravano alla progettazione del lago artificiale del Vaiont. Il libro è stato presentato al presidente Segni il 2 settembre.

Ma se in «vazione del mondo» dei dirigenti della Sade per spiegare come essi potessero ad un certo momento accettare il rischio d'assassinare alcune migliaia di persone pur di non compromettere il «successo finanziario» di una loro impresa, che non può tuttavia spiegare come sia potuto accadere che un gruppo di ingegneri e architetti, che erano presenti al Consiglio, non avessero fatto presente al presidente del Consiglio, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

## Il governo rifiutò di intervenire contro la SADE

DALL'INVIATO  
BELLUNO, 12 ottobre. Un «libro bianco» è stato presentato. Denunciando la tragedia del Vaiont, il libro, intitolato «Il rischio calcolato», è stato scritto da un gruppo di ingegneri e architetti che lavoravano alla progettazione del lago artificiale del Vaiont. Il libro è stato presentato al presidente Segni il 2 settembre.

## Interpellanza urgente del P.C.I. alla Camera

ROMA, 12 ottobre. I deputati comunisti del P.C.I. hanno presentato al presidente del Consiglio, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.



LONGARONE. Un soldato sorveglianza vive il terribile incubo della tragedia del Vaiont. Qui, nel centro, il lago artificiale.

## Con una drammatica lettera 2 settembre: Erto lancia l'allarme a tutte le autorità

## D'accordo, faremo di più

«Sarebbe che non avessi mai visto il Vaiont, questa montagna di pietra che si staglia sul fianco del monte Vaiont, il giorno 2 settembre 1963. Ma la tragedia è stata annunciata da un gruppo di ingegneri e architetti che lavoravano alla progettazione del lago artificiale del Vaiont. Il libro è stato presentato al presidente Segni il 2 settembre.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

Me ne sono risposti l'oppello del Com... Solo l'EMEL-SADE so per dire che non c'è un pericolo

DALL'INVIATO  
CORTINA, 12 ottobre. Un gruppo di ingegneri e architetti che lavoravano alla progettazione del lago artificiale del Vaiont. Il libro è stato presentato al presidente Segni il 2 settembre.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.

«I comunisti chiedono al presidente del Consiglio di far presente al presidente del Consiglio del ministro per le Partecipazioni Statali, on. Leone, la sequenza interpellanze.



# Le colpe

Le responsabilità del disastro sono molteplici, e si possono riconoscere da ambedue le parti, quella umana e quella naturale. Sicuramente la conformazione della valle, l'elevata piovosità, la stratigrafia instabile del Toc e molti altri aspetti possono essere imputati come cause naturali. E' anche vero però che la frana ha cominciato a muoversi esattamente nel momento in cui è stato riempito il bacino. Significa che senza un bacino artificiale che indebolisse la frana il disastro non sarebbe accaduto. E anche se fosse accaduto, non ci sarebbe stato il bacino tale da sollevare 200 m di onda. Per questo motivo è lecito pensare che le responsabilità siano più umane che naturali. Ma dove esattamente? Senz'altro nella miopia della SADE che antepose l'interesse economico a qualsiasi attenzione alle conseguenze di ciò che stava facendo. Un gruppo di uomini che nascosero al ministero le relazioni di Muller, le reali perizie geologiche, gli esperimenti di Nove, le scosse e la frana del 4 Novembre, le costruzioni senza permesso e molto altro. Senza contare il fatto che tutto il progetto venne approvato con sospetto di frode ancora nel 1943. E non solo, ma anche la velocità degli invasi e degli svasi. Si possono ora elencare gli uomini responsabili: l'ing. Biadene, Carlo Semenza, Togni, Penta, Dal Piaz, Sensidoni, il capo della commissione di collaudo, e altri per noi meno importanti. Il processo durò 19 anni, dal 1968 al 1997. In questi anni morirono Semenza e Dal Piaz (1961) e Penta. In primo grado nel 1969 Biadene e Sensidoni vennero condannati a 6 anni per omicidio colposo e mancato avviso alle popolazioni in pericolo. Nel 1970 alla corte d'appello gli anni di Sensidoni vennero ridotti a 4, e venne riconosciuta la prevedibilità della frana, tutti gli altri vennero assolti. Nel 1971 alla corte di cassazione entrambi furono imputati di inondazione aggravata dalla previsione degli eventi. Biadene venne condannato a 5 anni di carcere di cui 3 condonati, e uscì dopo un anno, e Sensidoni a 3 anni e 8 mesi, di cui 3 anni condonati. Morirono 1910 persone. Due uomini furono condannati complessivamente a un anno e 8 mesi di carcere. E' particolare. In fondo nessuno di loro credeva di aver fatto nulla di grave. La complessità dell'impianto faceva sì che ognuno di loro avesse minime responsabilità. La macchina della SADE si muoveva attraverso mille meccanismi che presi singolarmente erano inconsistenti, ma messi insieme hanno creato un grande disastro. Nessuno degli uomini interrogati credeva di aver fatto nulla di grave, avevano eseguito un ordine, aperto un rubinetto, messo una firma, dal loro punto di vista niente di più. E chi controllava questi meccanismi sosteneva di essersi fidato della parola dei geologi, e che

non era pensabile chiudere un così grande impianto solo per supposizioni. Per questo il disastro non l'hanno causato solo i responsabili, ma colpevoli come gli altri sono tutti coloro che sapevano di fare cose pericolose e non si sono opposti.

## Conclusioni

Gli insegnamenti che si possono trarre da questa vicenda sono molteplici. Cercheremo ora di spiegarne qualcuno. Anzitutto è bene focalizzare l'attenzione sull'aspetto economico, che è rimasto centrale per tutta la durata del funzionamento dell'impianto. Ogni singola decisione presa nella gestione della SADE aveva come unico obiettivo portare a termine la costruzione della diga e guadagnare da essa quanti più soldi possibili, senza troppo curarsi di qualsiasi altro aspetto come, ad esempio, la sicurezza. Il cinismo con cui sono state evase le norme di sicurezza, con cui si sono nascosti gli atti al ministero e la maestria con cui ogni voce "nemica" sia stata fatta tacere testimoniano incontrovertibilmente che la SADE abbia agito solo in nome dei propri interessi mascherandoli a volte come interessi dello stato che aveva bisogno di energia. E proprio questo assoluto interesse economico, da cui deriva la negligenza nei confronti della frana annunciata, che è costato la vita a quasi 2000 persone. Questa vicenda può e deve essere considerata un monito per qualsiasi futuro evento industriale. Non si è trattato solo di spendere meno nelle misure di sicurezza, ma la gravità della situazione sta proprio nel fatto che gli ingegneri SADE abbiano fatto una ipocrita scommessa contro la montagna, sapendo per certo che l'avrebbero persa, scommettendo sulla remota possibilità che la frana non cadesse, e che comunque non sarebbe stato possibile dal loro la colpa. L'errore qui è stato il considerare troppo poco probabile l'evento franoso per prenderlo in considerazione, ma ciò che è improbabile, è per definizione possibile. O quantomeno la storia dell'improbabilità è stata la storia venduta alla stampa. Nessuno di loro ha pensato minimamente alla condizione di 2000 persone spazzate via dall'onda, perché erano troppo presi dai vantaggi e dalla fama che la diga più alta del mondo gli avrebbe portato. E' interessante anche fare un paragone d'attualità con la centrale atomica di Fukushima, danneggiata dopo lo tsunami causato dal terremoto dell'11 Marzo 2011. In pratica, dopo il terremoto i reattori 3 e 4 sono stati danneggiati e la temperatura del nocciolo ha cominciato ad aumentare, solo che non si poteva raffreddarli perché lo tsunami aveva distrutto i sistemi di raffreddamento. La TEPKO, la società padrona della centrale, anziché

intervenire subito introducendo acqua marina per raffreddare i reattori, ha temporeggiato due giorni per cercare di aggiustare i sistemi di raffreddamento. Gettare acqua marina nell'impianto avrebbe significato perderlo, e quindi la società ha cercato di salvarlo, senonché aspettando due giorni il nocciolo del reattore si è fuso e la centrale ha cominciato ad emettere nell'aria tonnellate di fumi radioattivi. E' successa la stessa cosa a Longarone quando si è decisa la costruzione del bypass, decisione che prova la consapevolezza che la frana ci sarebbe stata e di enormi dimensioni, ma, per non perdere l'impianto si è arrivati ad una scelta che ha danneggiato migliaia di persone.

## Le difese di Edoardo Semenza

Presento per correttezza solo una posizione a difesa dell'impianto, quella di E. Semenza, che seppure interno, mi ha dato l'impressione di essere abbastanza lucido nell'interpretazione dei fatti, nonostante traspaia un (giusto) affetto per il padre. Egli sostiene alcune tesi a discolta della SADE, come ad esempio il fatto che fino agli anni 50 non fossero necessarie perizie per la costruzione di bacini, o che l'esperimento di Nove non fu preso in considerazione poiché privo di qualsiasi ragionevole precedente scientifico. Sostiene con forza che all'interno della società le preoccupazioni sulla frana fossero molto sentite, e per questo si fecero molte perizie, e che nell'atto degli invasi e svasi si cercò di usare la massima cura possibile. Accennò anche al disagio e alla lentezza di comunicazione tra la SADE e l'ENEL a causa della nazionalizzazione, ragione per cui nell'ultimo anno le precauzioni furono più lente. Sostenne anche che la SADE si sentisse in dovere di rifare l'invaso per far funzionare la centrale del Colomber per sopperire alla crisi energetica dell'inverno 1962-1963. Infine spiega che l'esperimento di Nove venne eseguito in due tempi perchè effettivamente pareva che la frana si muovesse diversamente ad est ed ad ovest del torrente Massalezza, e che tutti i grafici inviati al ministero erano giusti. Il punto debole di queste spiegazioni, seppur abbastanza valide, è che non spiegano perchè di fronte ad una possibilità anche remota di frana pericolosa, non si fosse chiuso l'impianto. E nemmeno spiega perchè nonostante nel Settembre 1963 dopo l'accelerazione della frana con il lago a quota 700m, si sia comunque proseguito l'invaso.

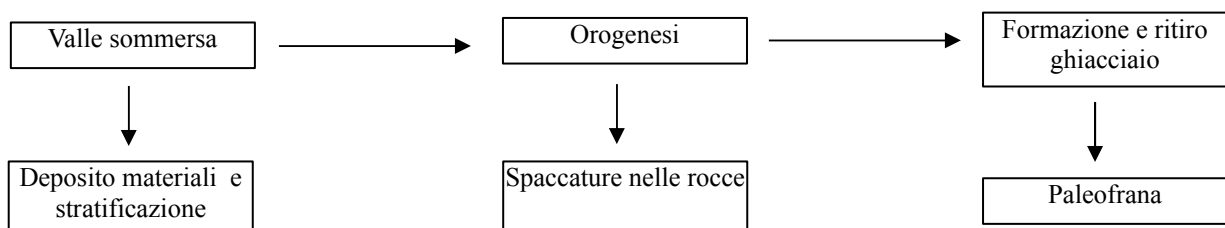
# Riassunto cronologico

<b>Anni 20</b>	Analisi della valle da parte di Carlo Semenza e Giorgio dal Piaz
<b>1929</b>	Primo progetto della diga di 190 m presso il ponte di Casso
<b>1937</b>	Presentazione progetto diga sede attuale 200m con perizia di Dal Piaz
<b>25 Giugno 1940</b>	Richiesta allo stato del piano di derivazioni fiumi Piave Boite Vajont
<b>15 ottobre 1943</b>	Approvazione con sospetto di frode
<b>1948</b>	Aggiunta utilizzazione Val Gallina
<b>1948-1957</b>	Esproprio abitazioni nella valle
<b>Gennaio 1957</b>	Inizio scavi per le spalle della diga
<b>31 gennaio 1957</b>	Modifica al progetto, la diga diventa alta 261,6 m
<b>Estate 1957</b>	Relazioni geologiche di Dal Piaz e Muller rassicuranti nei punti ritenuti pericolosi, non tutti i fianchi
<b>Aprile 1958</b>	inizio getti per la costruzione della diga
<b>1 Aprile 1958</b>	Nomina della commissione di collaudo
<b>22 Marzo 1959</b>	Frana di Pontesei
<b>19 Luglio 1959</b>	Prima visita commissione di collaudo
<b>Autunno 1959</b>	Edoardo Semenza comincia la perizia geologica della valle, individua la paleofrana
<b>Novembre 1959</b>	Indagine geosismica di Caloi rassicurante
<b>2 Febbraio 1960</b>	Primo invaso a quota 600m
<b>Ottobre 1960</b>	La frana si muove al ritmo di 3 cm al giorno
<b>4 Novembre 1960</b>	Frana del Toc di 800.000 m <sup>3</sup> di terra con il lago a 650m
<b>28 Novembre 1960</b>	Lago abbassato per sicurezza a 600m
<b>3 febbraio 1961</b>	15° rapporto di Muller che prevede delle misure di sicurezza inattuabili
<b>fino Ottobre 1961</b>	Scavo della galleria di sorpasso
<b>fino primavera 1962</b>	Esperimenti nel modello idraulico di Nove
<b>Ottobre 1961</b>	Inizio secondo invaso per quota 700m
<b>Novembre 1962</b>	Lago a quota 700m, ma la frana si muove
<b>Marzo 1963</b>	Nazionalizzazione
<b>Marzo 1963</b>	Lago a quota 650m
<b>Aprile 1963</b>	Inizio terzo invaso per quota 715m
<b>Settembre 1963</b>	Lago a 710m, scosse e la frana accelera, il 26 deciso di togliere acqua
<b>9 Ottobre 1963</b>	Frana di 260.000.000 m <sup>3</sup> e onda di 200m

# Aspetti geologici

## *La valle:*

Circa 165 mln di anni fa la valle del valle del Vajont e i monti vicini erano sommersi dall'acqua, e le frane sottomarine aggregarono i materiali in formazioni di rocce calcaree omogenee e in strati alterni di argille e calcari. La dolomia principale, roccia al di sotto di questi strati, è una roccia sedimentaria organogena carbonatica. Organogena significa che la roccia si è formata dall'accumulo di materiali derivanti da organismi viventi, e in particolare carbonatica significa che il deposito dei gusci calcarei, sotto i 4500m. Succede poi che le molecole di  $\text{CaCO}_3$  subiscano una parziale trasformazione chimica in Mg. Il carbonato che ne deriva è  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , sul quale poi si sono depositati gli strati del Calcare del vajont e gli altri strati descritti sotto. In seguito, durante l'orogenesi (30 mln di anni fa), le stratificazioni di argilla e calcare vennero piegate e fratturate, originando grandi spaccature e tensioni interrocce alla base del monte Toc. Questa forte fratturazione tettonica ha lasciato molta energia imprigionata all'interno delle spaccature. Le molteplici spaccature al di sotto del corpo della frana hanno favorito la filtrazione dell'acqua al di sotto di essa, favorendone lo scivolamento, grazie anche all'inclinazione dei piani di stratificazione. Morfologicamente la valle del Vajont è di origine glaciale, infatti si pensa alla presenza di una grande paleofrana, estesa su tutta la valle, originata dal ritiro del ghiacciaio circa 18.000 anni fa, sulla quale poi il fiume Vajont avrebbe scavato la sua forra. Questa ipotesi era supportata dagli studi compiuti dopo la prima frana. Infatti durante la costruzione del by-pass il lago venne svuotato e fu possibile analizzare il materiale di riporto. Esso presentava un ammasso di roccia fratturata appoggiata su alcuni strati di ghiaie portati dal fiume. L'abrasione causata dal ritiro del ghiacciaio ha rimosso uno spesso strato di rocce superficiali, alterando gli equilibri delle forze nelle rocce. Il rilassamento dei massi di roccia ha provocato una fratturazione degli strati sottostanti che ha aggravato quella precedente dovuta al corrugamento. Inoltre anche l'erosione rapida del Vajont ha aumentato le tensioni nelle rocce.





La fratturazione della valle che ha favorito il cedimento della frana dunque è imputabile a tre fattori:

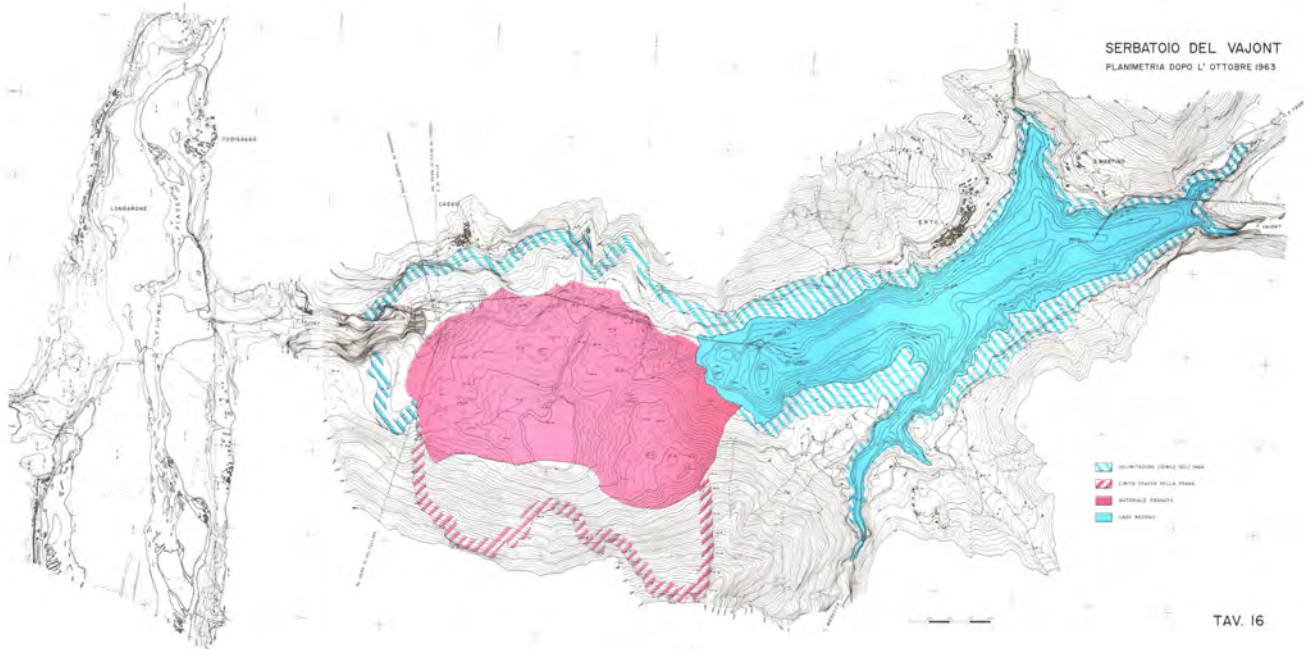
- il recente corrugamento
- il ritiro del ghiacciaio
- la repentina erosione del fiume Vajont
- la paleofrana

## *La frana:*

L'imponente massa di terra che si staccò dal Toc ha una massa complessiva stimata di 260 milioni di metri cubi di terra. Il materiale accostato sulla parete settentrionale del monte era raggruppato in due gobbe che davano alla frana quella caratteristica forma di M. La linea perimetrale che ne mostrava i contorni comparve dopo la prima frana del 4 Novembre 1960.



La frana partiva dall'altezza della diga, salendo a quota 1200, per poi ridiscendere a 900 in val Massalezza. Si rialzava fino a quota 1300 e scendeva nuovamente fino a quota 1100m.



La frana era quindi appoggiata in modo precario anche sul fianco del monte. I primi studi individuarono già dal 1959 i resti di un'antica frana, che costituiva quindi una massa rocciosa molto frammentata e per questo estremamente permeabile. In questo forse si può riconoscere uno dei motivi del crollo, infatti, quando vennero completati gli invasi la materia superficiale permeabile, che poggiava su un solido strato di argilla impermeabile, si impregnò appesantendosi molto. Questo mise in moto la frana che non faceva più presa sullo strato di appoggio.

Questo si spiega analizzando la falda freatica della frana ancora ancorata al monte Toc, infatti nel momento in cui il bacino toccò la frana, questa si imbevete di acqua ben al di sopra del livello del lago, cosa che ne aumentò sproporzionatamente il peso. Questo cambiamento nella sua densità aumentò le pressioni idrostatiche all'interno di essa indebolendo ancora le forze agenti lungo le superfici di appoggio.

Quando l'acqua raggiunse quota 710m la massa di terra era così impregnata di acqua che cominciava a spostarsi di decine di centimetri al giorno. Qui venne un errore dei tecnici della SADE, che, preoccupati dallo scivolamento e riconoscendo nell'acqua troppo alta la causa di ciò, cominciarono a svuotare rapidamente il bacino pochi giorni prima del disastro. Questo tolse quello che ormai realmente teneva su la frana, cioè la sola spinta

dell'acqua sotto di essa. Nel momento in cui venne tolta l'acqua, questa si trascinò via anche la frana. Senz'altro l'estremità inferiore della forra essendo costituito da fianchi scoscesi, ha offerto pochissima resistenza al franamento per gravità. La frana è a scivolamento rotazionale, cioè si verifica quando un materiale poco coeso allo strato inferiore scivola verso il basso più o meno concavo.

Altro errore che fece la SADE fu nella valutazione della potenziale velocità che la frana avrebbe potuto raggiungere con quel piano di scivolamento. Infatti Semenza aveva capito che questo seguisse la sedimentazione del Toc, con un angolo di 30° alla sommità e che si allineasse al terreno alla base. Un piano di scivolamento di questo genere avrebbe garantito uno spostamento molto lento. In realtà, dagli studi di Tika e Hutchinson del 1999 si è capito che a velocità superiori a 10 cm/min si verifica una elevatissima riduzione della resistenza dovuta al fortissimo aumento di temperatura. Questa, causato dal forte attrito, potrebbe aver “tagliato” quei legami che avevano garantito uno spostamento lento, generando l'incredibile velocità imprevedibile della frana. Infatti la grandezza dell'onda non è stata tanto colpa della massa della frana ma della velocità con cui essa si è abbattuta sul bacino.

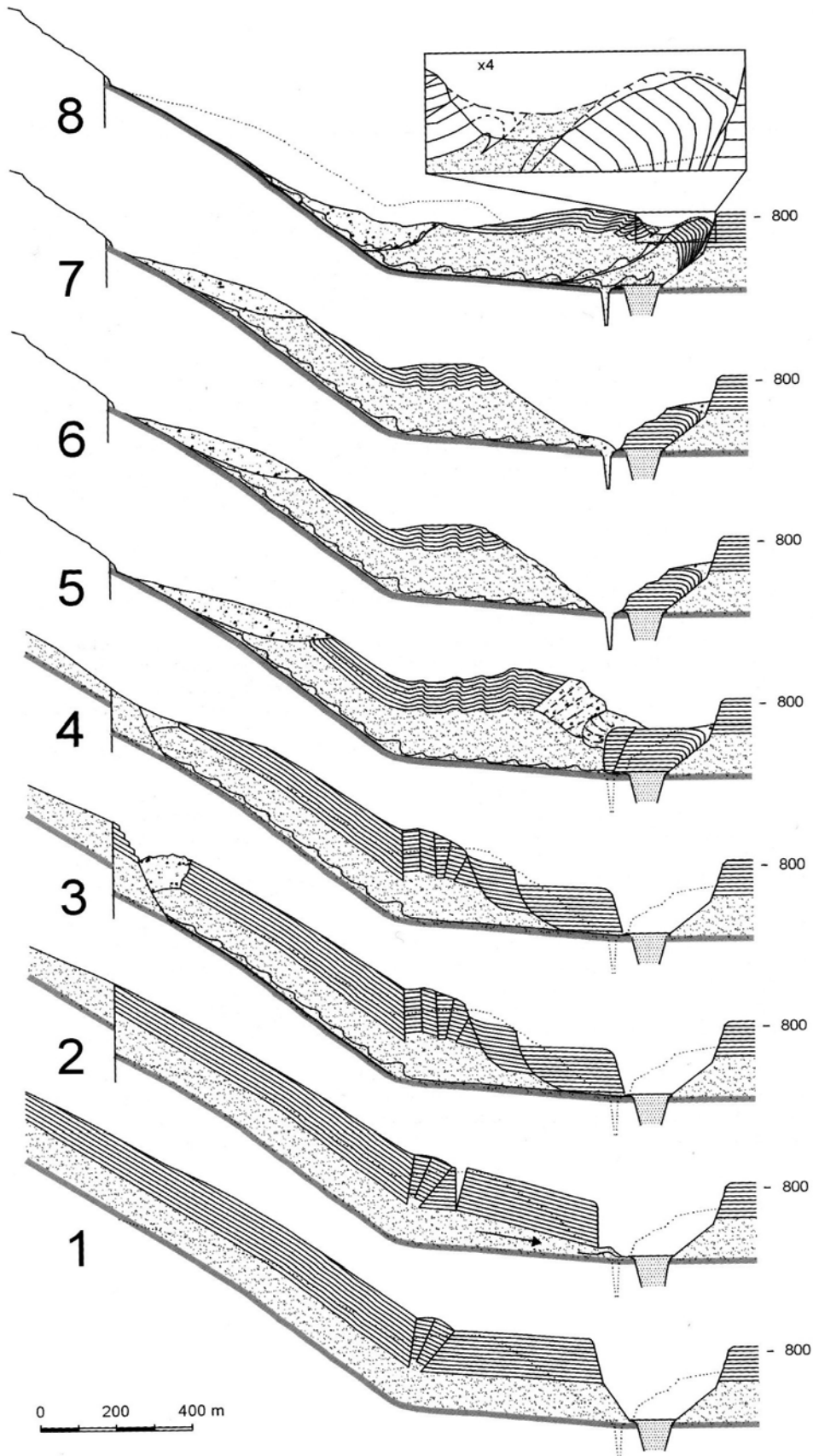
Molto importante poi in questo caso è considerare la forma dei sedimenti. Dagli studi successivi alla frana di Semenza e Rossi, si è cominciato ad avere un quadro più chiaro di tutte le cause della frana e della sua conformazione:

- Il versante settentrionale del Toc era costituito da più strati sedimentari. Al di sotto di quelli superficiali di calcari (Banchi di Socchèr e strati sottili di Fonzaso-Socchèr) ve ne era uno di argilla (Fonzaso con argilla) che aveva funto da piano di scivolamento per la frana. L'argilla stratificata diventa estremamente scivolosa quando è impregnata di acqua.
- Tutti gli strati erano tra di loro in franapoggio, cioè erano paralleli al versante della montagna, causando così una situazione molto favorevole a qualsiasi evento franoso.
- La grande presenza di acqua determinata dagli invasi ha agito da lubrificante e ha ridotto l'attrito tra i sedimenti.
- Nessuna scossa di terremoto fu la causa del distacco della frana, come dicevano alcuni giornali.



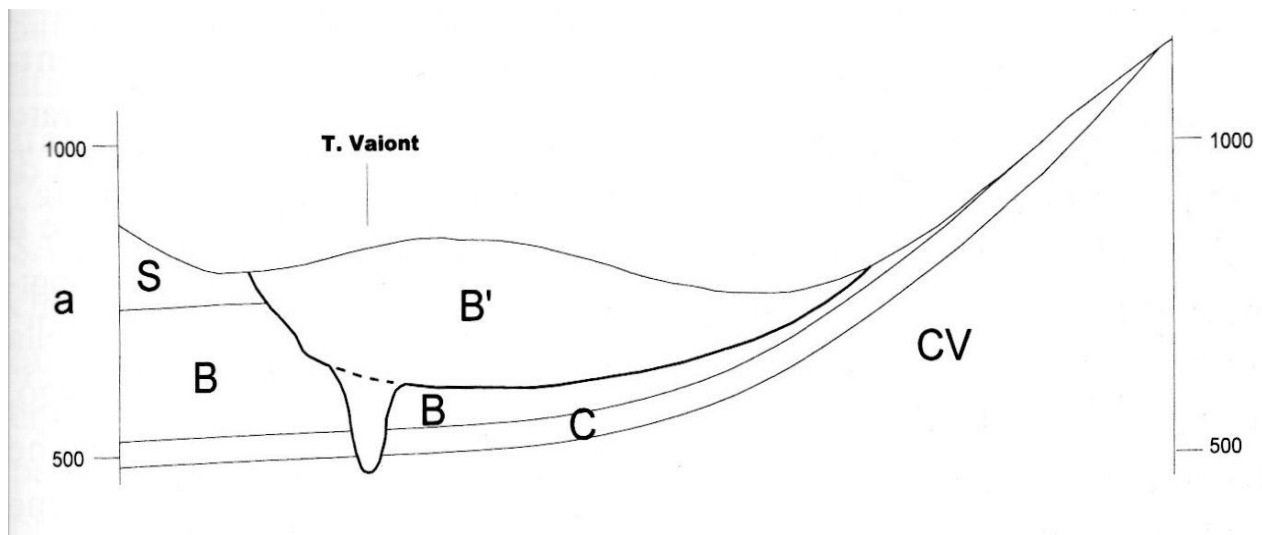
Il materiale di riporto, stimato intorno ai 260 mln di metri cubi di terra.

# Ricostruzione geologica dei movimenti e breve analisi stratigrafica



Il profilo 1 (pag precedente) si riferisce alla valle precedente al movimento della paleofrana. Il movimento di essa è descritto fino al primo assestamento nei profili 2 (rifiuimento e ribaltamento) 3 e 4. Nel profilo 5 la paleofrana proveniente dal Toc ha definitivamente riempito la valle e il vecchio alveo del Vajont. Nel profilo 6 si ha l'aspetto della valle fino al 4 Novembre 1960, prima della frana, con torrente Vajont che ha eroso la paleofrana molto fratturata, creandosi un nuovo percorso. Nel profilo 7 si nota la prima frana. Nel profilo 8 si vede l'intera frana del 9 Ottobre 1963. La parte bianca inferiore corrisponde al Calcarea del Vajont, la sottile fascia grigia al "Fonzaso con argille", la parte puntinata agli "strati di Fonzaso-Socchèr" e la parte rigata ai "banchi di Socchèr".

<i>Strati di Fonzaso-Socchèr</i>	<i>marne e calcari marnosi facilmente ripiegabili (cretacico e giurassico)</i>
<i>Banchi di Socchèr</i>	<i>banchi calcarei compatti e rigidi (cretacico)</i>
<i>Fonzaso con argille</i>	<i>calcari selciferi con intercalazioni argillose (piano di scivolamento) (giurassico)</i>
<i>Calcarea del Vajont</i>	<i>calcari oolitici in grossi banchi (giurassico)</i>

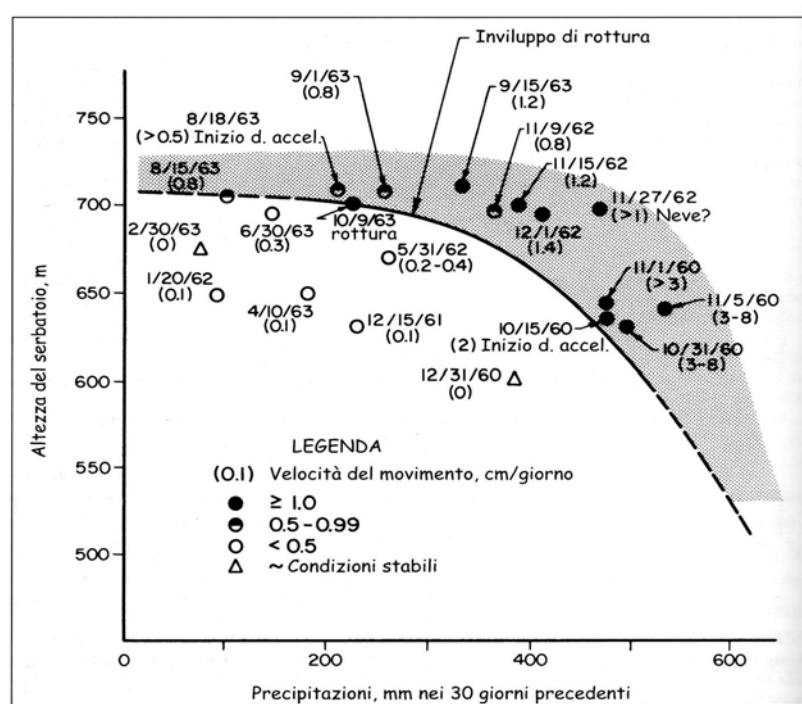


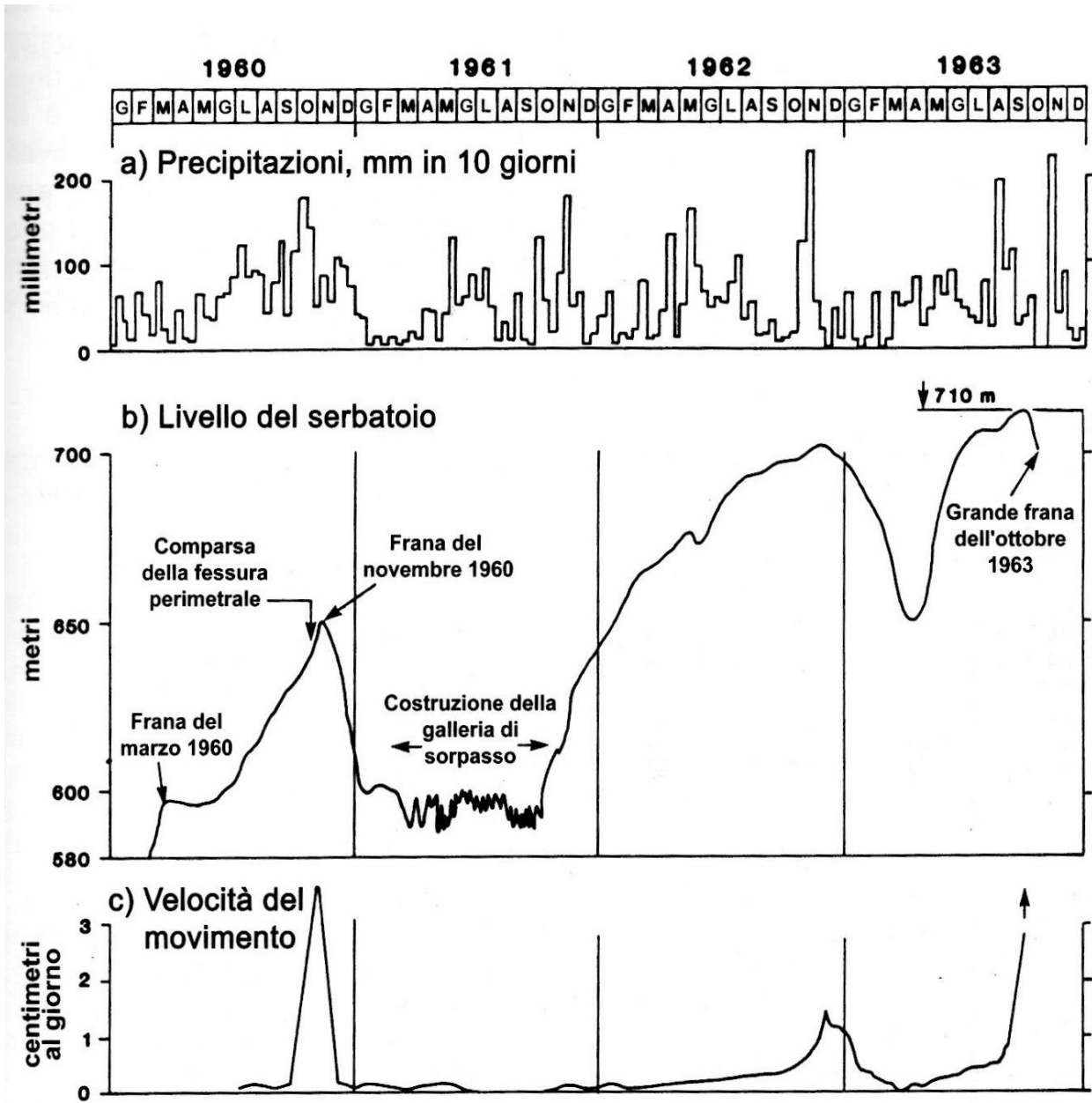
*B*    *Banchi di Socchèr e strati sottili di Fonzaso-Socchèr*  
*B'*    *B franato*  
*C*    *Fonzaso con argille*  
*CV*    *Calcarea del Vajont*  
 Al di sotto vi è la Dolomia Principale

# Lo studio di Hendron e Patton

Inoltre lo studio di due professori americani, Hendron e Patton, nel 1985, ha contribuito a definire un'altra causa scatenante per la frana. Essi attraverso studi piezometrici scoprirono che vi era una differenza di pressione tra i due acquiferi presenti rispettivamente sopra e sotto l'argilla. Quello superiore costituiva quello della paleofrana, molto fratturata e permeabile, l'altro quello del calcare del Vajont, molto più compatto. Il primo risentiva nell'immediato delle forti precipitazioni e del livello del bacino che bagnava la frana, l'altro variava nel corso di settimane risentendo delle precipitazioni del mese precedente, perchè l'acqua piovana, che penetrava dalla sommità del toc aggirando la frana, ci metteva più tempo per filtrare fino al di sotto della frana. La differenza di pressione dei due acquiferi generava una forte riduzione degli attriti resistenti al crollo, favorendo lo scivolamento della frana. Questa teoria è supportata dal fatto che con il lago più o meno allo stesso livello, si ha avuto un'impennata delle precipitazioni esattamente 30 giorni prima degli altri aumenti delle velocità di frana, nel novembre 1960 e nell'inverno 1961-1962 e prima della frana del 9 ottobre 1963.

I due studiosi inoltre avevano notato che vi era una stretta relazione da una parte tra il livello del lago e le precipitazioni dei 30 giorni precedenti e dall'altra ai movimenti della frana. Questo studio testimoniava che anche senza piogge con il lago a quota 720 m la frana avrebbe ceduto lo stesso, e che con 700 mm di pioggia, peraltro mai accaduti, la frana sarebbe caduta anche senza lago.





Il grafico qui sopra mostra che in corrispondenza di ogni aumento di velocità c'è un aumento della quantità di pioggia e del livello del serbatoio.



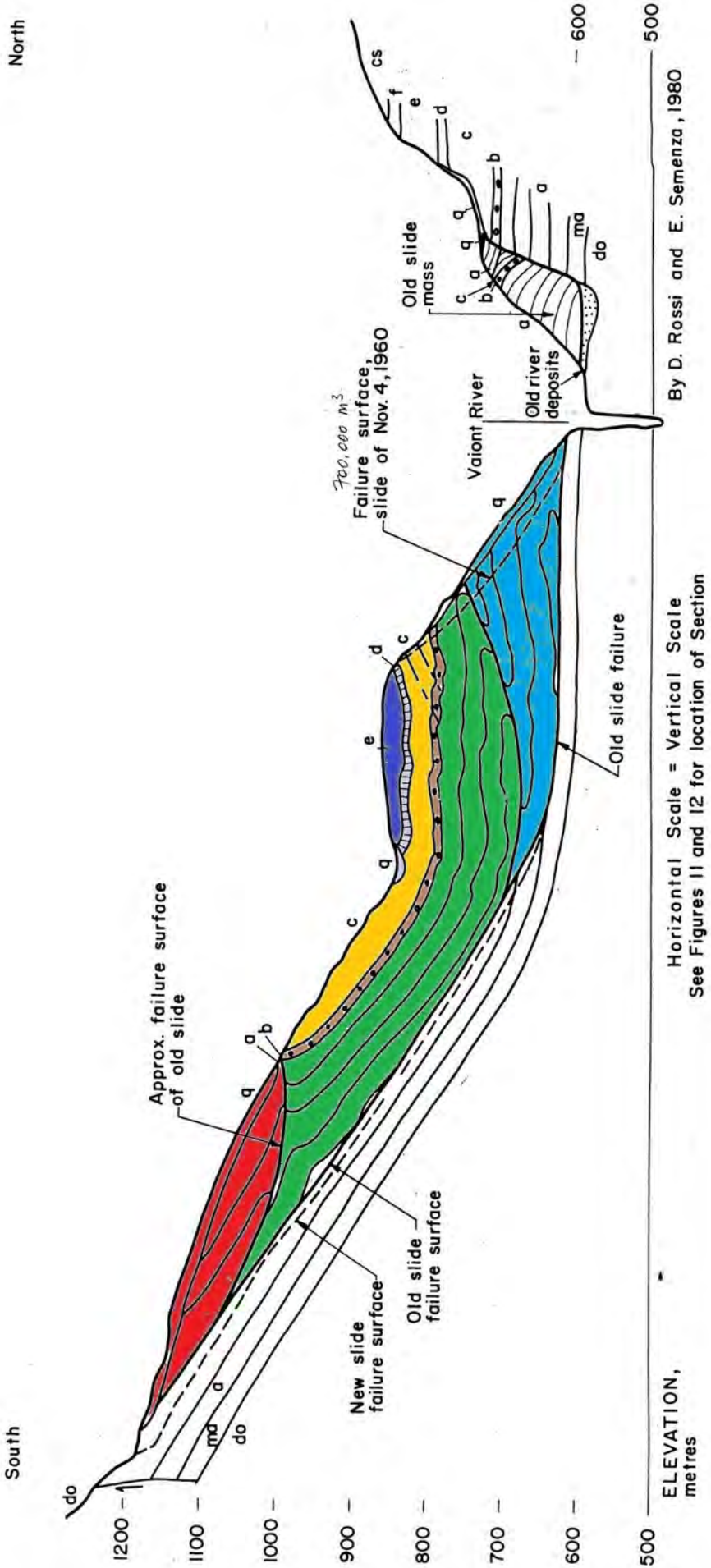


FIGURE 15  
 Geologic Section 2, Vaiont Slide  
 Before October 9, 1963

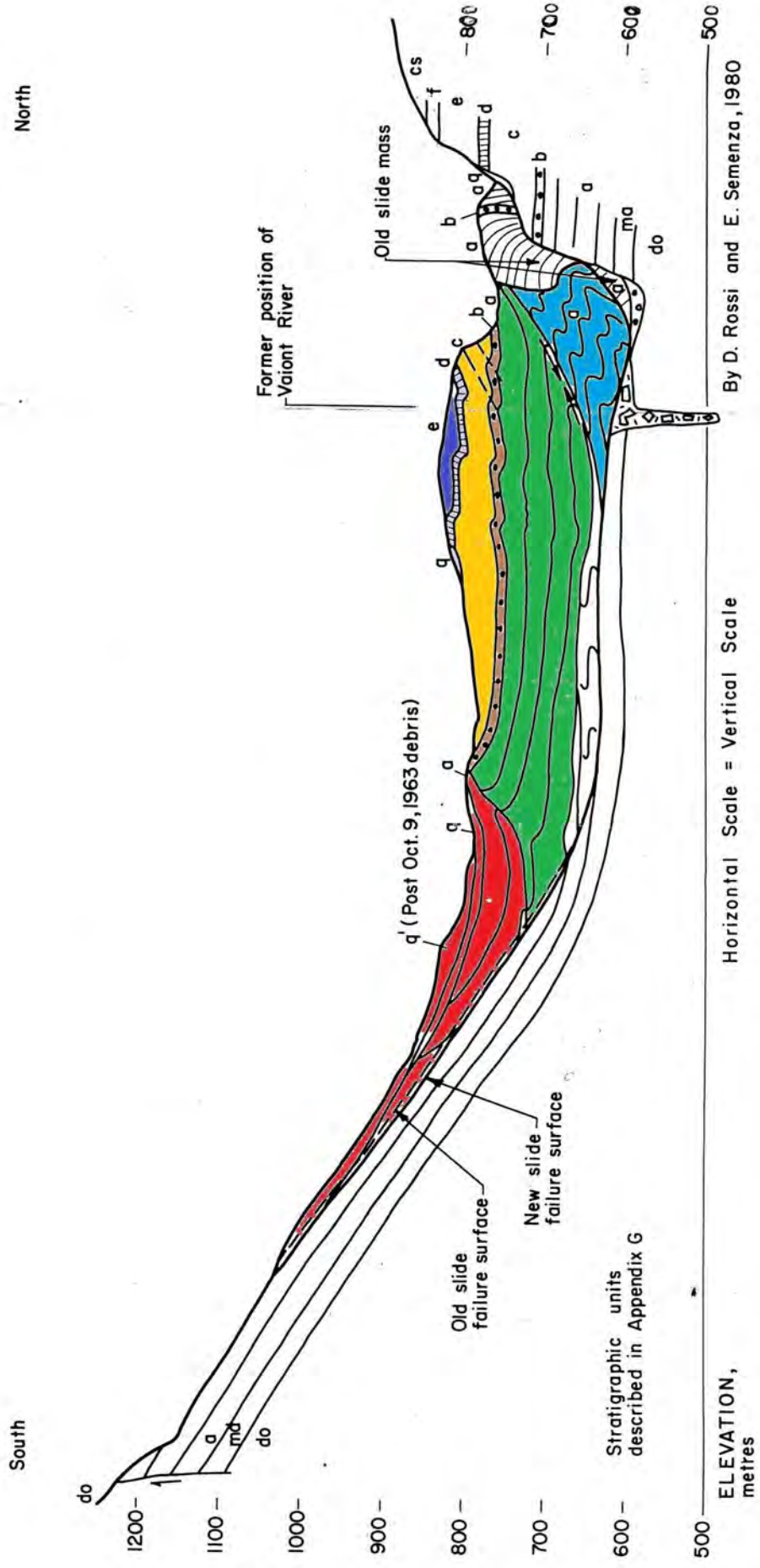
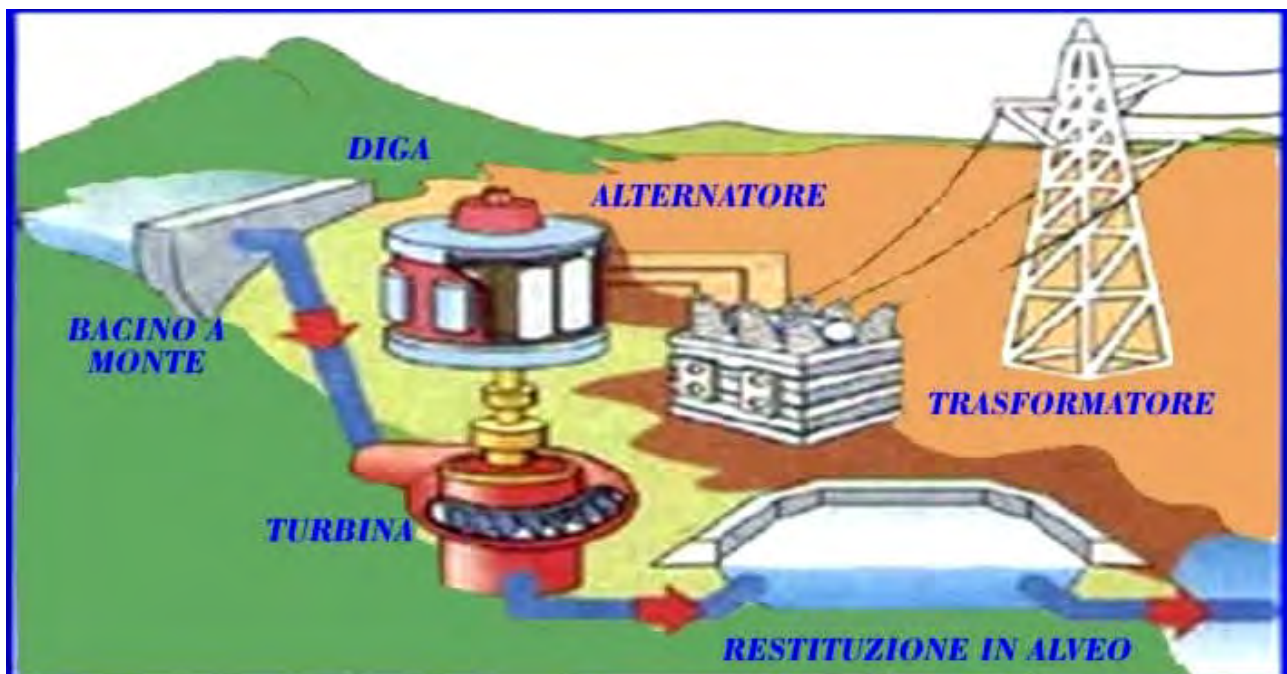


FIGURE 16  
Geologic Section 2, Vaiont Slide  
After October 9, 1963

Fisica:

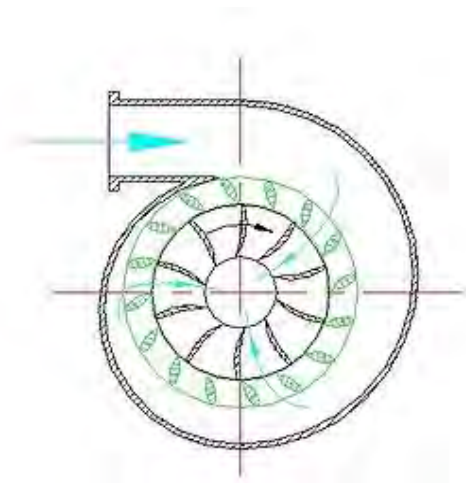
## *La centrale idroelettrica*

Una centrale idroelettrica è un impianto industriale che si occupa di ottenere energia sfruttando la caduta per gravità dell'acqua. Una condotta forzata parte dal bacino artificiale e arriva alla centrale sfruttando il dislivello, che serve per garantire all'acqua una velocità sufficiente all'arrivo alla centrale. Qui l'acqua in caduta viene convogliata in una turbina che comincia a ruotare. Questa rotazione viene poi trasmessa meccanicamente all'alternatore che si occupa effettivamente di produrre l'energia elettrica. Da qui poi partono dei cavi che arrivano al trasformatore, che ha il compito di alzare la tensione della corrente perché sia trasmessa attraverso i tralicci. Quando la corrente arriva nuovamente vicino alle abitazioni, un altro trasformatore provvederà a diminuirne la tensione per renderla adatta all'uso cittadino (220 volt per le case e 380 volt per l'industria).



# La turbina

Prendiamo come esempio la centrale del Colomber, che era la centrale costruita nei pressi della diga. Questa centrale, costruita nel 1962, Può produrre 240.000.000 kw/h annue. La centrale raccoglieva parte delle acque provenienti dal bacino del Vajont. In questo caso si utilizzava una turbina Francis ad asse orizzontale, con una portata di 20,5 m<sup>3</sup>/s, sfruttando un salto di 60 metri dal serbatoio. Parte dell'energia potenziale dell'acqua veniva trasformata in energia cinetica che faceva muovere la turbina. La turbina Francis è una turbina a reazione a flusso centripeto, significa che l'acqua, oltre che scorrere intorno alla turbina attraverso una condotta a chiocciola, viene sparata anche al suo interno, così oltre che la velocità si può sfruttare anche la pressione. Il flusso in entrata viene regolato modificando l'angolo di incidenza delle palette perimetrali della turbina, che aumentano o diminuiscono la forza con cui l'acqua impatta sulle pale della turbina.



# L'alternatore

L'alternatore è il meccanismo che effettivamente produce la corrente elettrica. Esso prende l'energia cinetica dalla turbina e la trasforma in energia elettrica, più precisamente in corrente alternata. Questo sistema è costituito da due parti, uno statore e un rotore. Il rotore è posto all'interno dello statore ed è composto da due elettromagneti in fase e in

coppia polare. Lo statore è invece composto da due bobine collegate in serie. Poiché il rotore ruota all'interno dello statore i poli dei magneti si avvicinano e si allontanano continuamente dalle bobine dello statore, inducendo così una f.e.m. indotta. Questo si verifica in accordo con la legge di Faraday-Neumann sull'induzione magnetica che spiega che al variare del flusso del campo magnetico all'interno di una spira si genera una corrente elettrica nella stessa spira.

$$f = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

In questo caso al numeratore si ha la variazione del flusso e al denominatore il tempo in cui questa variazione si verifica. E' importante ricordare però che le due f.e.m. indotte sulle bobine si sommano poiché queste sono collegate in serie, e la corrente si preleva dai due elettrodi A e B uscenti dall'alternatore. Nel nostro caso però poiché i magneti ruotano la variazione del flusso sarà in relazione alla variazione dell'angolo con cui il magnete è rivolto verso la bobina. In particolare, chiamando  $\vartheta$  il suddetto angolo e sapendo che esso è uguale a  $\omega t$  (velocità angolare x tempo) e sapendo che  $\Phi$  è uguale a  $BS$ , la legge di Faraday-Neumann si potrà scrivere come:

$$f = - \frac{d [ BS \cos(\omega t) ]}{dt}$$

Applicando poi le regole delle derivate diventa:

$$f = \omega BS \sin(\omega t)$$

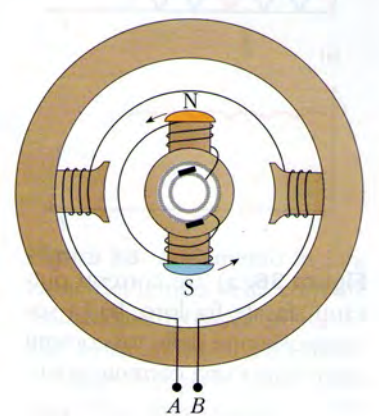
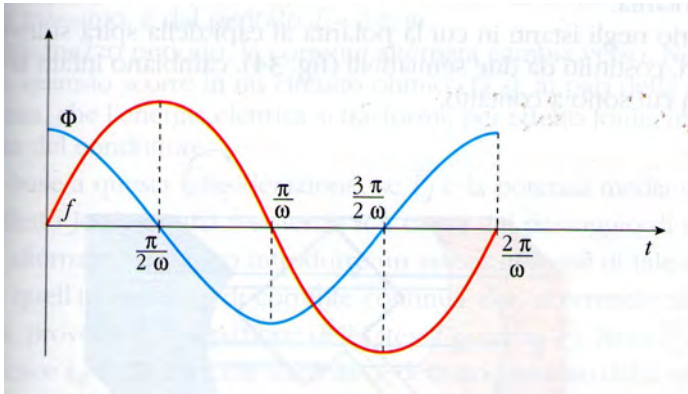
Sapendo inoltre che  $f_0 = \omega BS$  è il massimo della f.e.m., possiamo scrivere:

$$f = f_0 \sin(\omega t)$$

Dividendo entrambi i membri per la resistenza  $R$  si ottiene l'intensità del tipo  $i = f/R$ , quindi:

$$i = I_0 \sin(\omega t)$$

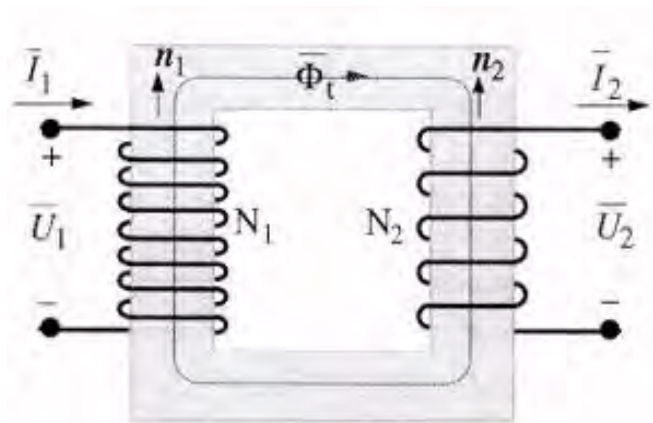
dove  $I_0 = \mathcal{E}_0/R$  è il valore massimo di intensità della corrente.



A sinistra il grafico mostra l'andamento della f.e.m. (in rosso) e del flusso (il blu) al variare dell'angolo, a destra vi è una schema dell'alternatore monofase.

## Il trasformatore

Prima che l'energia elettrica prodotta dall'alternatore venga trasportata nelle abitazioni attraverso i tralicci è necessario innalzarne la tensione e abbassare la corrente, per minimizzare la resistenza nei cavi dovuta all'effetto joule. Cosa si incarica di operare questa trasformazione è il trasformatore, che è un dispositivo elettrico costituito da un nucleo di ferro rettangolare ad elevata permeabilità magnetica (per consentire senza resistenza il passaggio del campo magnetico indotto) e da due bobine avvolte ai lati opposti di questo nucleo.



Le due bobine, una in entrata e l'altra in uscita, hanno un numero di spire differente. La bobina collegata alla corrente da trasformare è chiamata primaria, quella collegata alla corrente trasformata è detta secondaria. Il principio di base è che la prima induce un campo magnetico indotto sul nucleo di ferro che a sua volta induce il passaggio di corrente sulla seconda bobina, che però avrà tensione differente a seconda del numero di spire della seconda bobina. Il campo magnetico indotto si crea in continuazione perchè la corrente alternata cambia verso con elevata frequenza.

Nello specifico chiamiamo la d.d.p. della prima bobina  $\Delta V_1$ ,  $N_1$  il numero delle sue spire e  $\Phi_1$  il flusso del campo magnetico concatenato. Per la legge di Faraday-Neumann quindi la d.d.p. Della prima bobina è

$$\Delta V_1 = - N_1 * \frac{d\Phi_1}{dt}$$

e quella della seconda è

$$\Delta V_2 = - N_2 * \frac{d\Phi_2}{dt}$$

Il nucleo di ferro fa si che tutte le linee di forza del campo magnetico passanti per l'avvolgimento primario passino anche per il secondario, quindi i due flussi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  sono uguali. Eseguiamo quindi il rapporto membro a membro:

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Il rapporto  $\Delta V_1/\Delta V_2$  si chiama rapporto di trasformazione. Nel caso non vi fosse dissipazione di energia, dette  $I_1$  e  $I_2$  le intensità di corrente in entrata e in uscita, la potenza elettrica  $I_1\Delta V_1$  immessa nel primario è uguale alla potenza  $I_2\Delta V_2$  prelevata dal secondario. Ne consegue che

$$I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2$$

e che

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

Se quindi il trasformatore riduce la tensione, con la stessa proporzione aumenta l'intensità di corrente, e viceversa.



# Bibliografia:

## Volumi

- A. Caforio, A. Ferilli, *Fisica 3*, Le Monnier, Milano, 2005
- M. Crippa, M. Fiorani, *Geografia generale*, Arnoldo Mondadori Scuola, Milano, 2006
- T. Merlin, *Vajont 1963-La costruzione di una catastrofe*, il Cardo, Milano, 1993
- M. Paolini, Gabriele Vacis, *Il racconto del Vajont*, Garzanti, Milano, 2004
- E. Semenza, *La storia del Vaiont raccontata dal geologo che ha scoperto la frana*, Tecomproject, Ferrara, 2002

## Saggi

- Dott. G. A. Kiersch, *Il disastro del Vajont*, da "Civil Engineering", Marzo 1964, pag 32-39, traduzione a cura di SIPEL Milano
- M. Reberschak, *Il Grande Vajont* ne "Il Grande Vajont" a cura di Maurizio Reberschak, 1983
- E. Semenza, *Sintesi degli studi geologici sulla frana del Vajont dal 1959 al 1964*, da "Memorie del museo tridentino di scienze naturali" a cura di AA. VV., 1966-1967, Trento

# Sitografia:

- [www.Progettodighe.it](http://www.Progettodighe.it)
- [www.Vajont.net](http://www.Vajont.net)
- [http://it.wikipedia.org/wiki/Turbina\\_Francis](http://it.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis)

# Filmografia:

- R. Martinelli, *Vajont-La diga del disonore*, Italia, 2001

# Fonti giornalistiche:

Mario Isnenghi, *"Il potere della carta"* ne *"Il Grande Vajont"* a cura di Maurizio Reberschak, 1983

- "Il Giorno" 11 ottobre 1963 pag 1
- "L'unità" 11 ottobre 1963 pag 1, 3

Emeroteca "Centro culturale san Gaetano" Padova

- "Il Gazzettino" 11 ottobre 1963 pag 1
- "Il Gazzettino" 14 ottobre 1963 pag 1
- "Il Gazzettino" 15 ottobre 1963 pag 3
- "Il Gazzettino" 16 ottobre 1963 pag 5

# Fonti delle immagini:

- Scatti realizzati da me (2011) e mio nonno Ghirardi Giovanni (1963)
- AA. VV., *Impianto idroelettrico Piave-Boite-Vajon-Maè*, a cura dell'ufficio studi SADE, 1961 pag 2, 3, 15, 16, 17

- E. Semenza, *La storia del Vaiont raccontata dal geologo che ha scoperto la frana*, Tecomproject, Ferrara, 2002
- A. Caforio, A. Ferilli, *Fisica 3*, Le Monnier, Milano, 2005
- <http://www.progettodighe.it/skydam/index.php/diga/search>
- <http://www.progettodighe.it/gallery/displayimage.php?album=572&pos=11>
- <http://www.rosarioberardi.it/sitoberardi/centralielettricheneu/centraleidro.htm>
- [http://it.wikipedia.org/wiki/Turbina\\_Francis](http://it.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis)
- <http://www.progettodighe.it/gallery/displayimage.php?album=21&pos=36>
- <http://maps.google.it/maps?hl=it&tab=wl>
- <http://www.vajont.net/page.php?sid=95f754c8e0d9beb8a3aa9a9c5b6934ab&pageid=POPPG00S>
- [http://www.google.it/imgres?imgurl=http://installatore-elettrico.noiblogger.com/files/2009/03/trasformatore-monofase.jpg&imgrefurl=http://installatore-elettrico.noiblogger.com/tag/trasformatore/&h=197&w=301&sz=11&tbnid=NksZLVGf792QJM:&tbnh=76&tbnw=116&prev=/search%3Fq%3Dtrasformatore%26tbm%3Disch%26tbo%3Du&zoom=1&q=trasformatore&hl=it&usg=\\_\\_XYrG0c6j71fh5DinO3PVryaLYbY=&sa=X&ei=\\_XbWTevsClqg-wah2pXUBw&sqi=2&ved=0CDwQ9QEwAg](http://www.google.it/imgres?imgurl=http://installatore-elettrico.noiblogger.com/files/2009/03/trasformatore-monofase.jpg&imgrefurl=http://installatore-elettrico.noiblogger.com/tag/trasformatore/&h=197&w=301&sz=11&tbnid=NksZLVGf792QJM:&tbnh=76&tbnw=116&prev=/search%3Fq%3Dtrasformatore%26tbm%3Disch%26tbo%3Du&zoom=1&q=trasformatore&hl=it&usg=__XYrG0c6j71fh5DinO3PVryaLYbY=&sa=X&ei=_XbWTevsClqg-wah2pXUBw&sqi=2&ved=0CDwQ9QEwAg)