

a cura di Tullio Rigotti

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI TORBOLE

Nel cinquantenario della costruzione (1961-2011)

Gruppo culturale Nago-Torbole



Gruppo Culturale
NagoTorbole



PROVINCIA AUTONOMA
DI TRENTO



COMUNE DI
NAGO-TORBOLE



HYDRO DOLOMITI ENEL



Impaginazione e grafica a cura dell'autore

In copertina: foto di Tullio Rigotti
Quarta di copertina: Archivio ENEL

Mostra a cura del
Gruppo culturale Nago-Torbole

Fotografie
Arch. Studio F.Ili Pedrotti - Trento
Arch. Studio Negri - Brescia
G. Chiodini - Pavia
Tullio Rigotti - Nago (TN)

Contributi al catalogo
Giovanni Berti
Ferdinando Martinelli
Francesca Odorizzi

Redazione del catalogo
Giovanni Berti
Giovanni Mazzocchi
Francesca Odorizzi
Tullio Rigotti

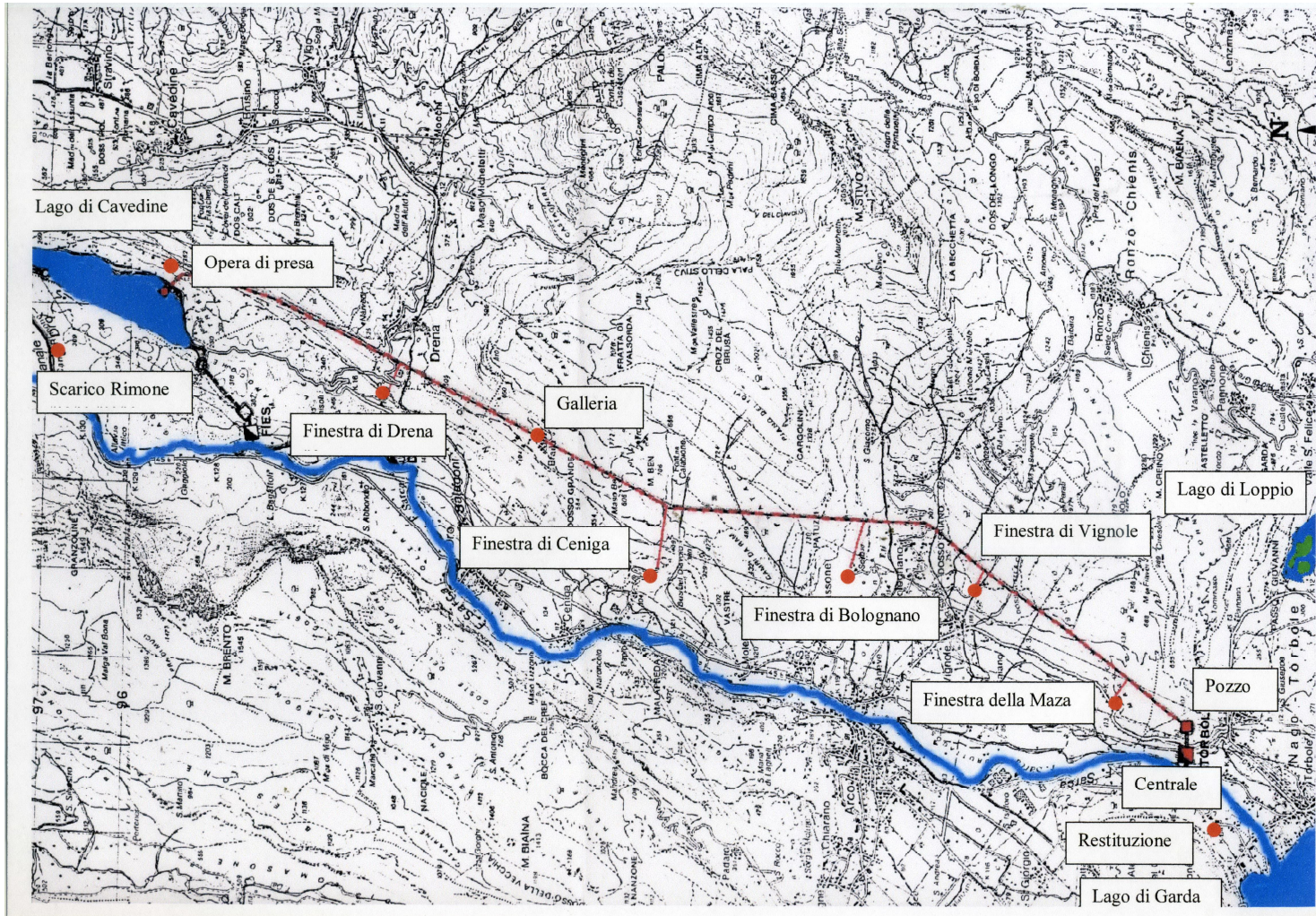
Allestimenti
Francesca Odorizzi
Giovanni Mazzocchi
Tullio Rigotti

Si ringraziano:
Provincia Autonoma di Trento
Comune di Nago-Torbole
BIM del Sarca
Hydro Dolomiti ENEL
Dolomiti energia

Claudio Alberti
Ivo Benuzzi
Giovanni Berti
Michele Bortoli
Giorgio Briosi
Fam. Domenico Chiarani
Lucio Fantoma
Mauro Leoni
Ferdinando Martinelli
Giovanni Mazzocchi
Marcello Mazzoldi
Agostino Miorelli
Francesca Odorizzi
Tullio Pasquali
Rinaldo Rosà
Guella Simonino

Un particolare ringraziamento
all'ing. Dante Fantoma per la
documentazione fotografica delle fasi
di costruzione della Centrale di Torbole
ed i disegni di progetto

Un doveroso ringraziamento a
Dario Boscheri e Bruno Vinciguerra
per averci messo a disposizione la
loro ricchissima raccolta di dati
sull'impianto di Torbole contenuta
nel CD "La Sarca e l'energia"



INTRODUZIONE

L'impianto di Torbole fa parte del sistema di integrale utilizzazione idroelettrica del bacino del fiume Sarca, che la Società Idroelettrica Sarca-Molveno (S.I.S.M.) attuò in un quindicennio di attività costruttiva attraverso la costruzione degli impianti di Santa Massenza, Nembia, La Rocca ed ultimo, in ordine di tempo ed in successione idrografica, quello di Torbole.

Il fiume Sarca nasce dai ghiacciai del gruppo Adamello - Presanella e sfocia, dopo aver percorso più di 80 Km, nel lago di Garda. Il suo bacino idrografico si estende nella parte sud occidentale del Trentino e interessa le valli Genova, Rendena, Giudicarie e il Basso Sarca. Suoi principali affluenti sono il Sarca di Genova dal gruppo Adamello e il Sarca di Nambròne dal gruppo Presanella.

Nel primo tratto il fiume è caratterizzato da numerose rapide, (famoso sono le cascate di Nardis); nel tratto intermedio fino al Limarò la pendenza è decisamente più lieve, fino a sfociare nel lago di Garda attraverso la valle del Basso Sarca, la più ampia e pianeggiante di quelle attraversate.

Parte integrante del sistema idroelettrico è il lago di Cavedine la cui origine risale al 1° secolo d. C., quando un imponente frana staccatesi dai monti Brento e Casale ostruì il corso del Sarca, portando alla formazione di alcuni bacini lacustri, fra cui appunto quello di Cavedine. Immerso in un paesaggio selvaggio e circondato dai massi della frana (le marocche di Dro), il lago si posiziona in un area poco frequentata dal turismo di massa e lontana dal traffico urbano.

La Sarca¹ è stata, fin dall'inizio del ventesimo secolo, oggetto delle mire di ricchezza di alcune grosse imprese industriali private che, con reiterate richieste inoltrate alle autorità di governo, chiedevano di poterne sfruttare le acque per la produzione di energia idroelettrica. Bisogna però arrivare al secondo dopoguerra, e precisamente al 1948, per vedere concretizzarsi il desiderio. Con Decreto Legge 3 agosto 1948, l'allora Presidente della Repubblica Luigi Einaudi rilasciò infatti alla Società Idroelettrica Sarca - Molveno la concessione per fruttare le acque del fiume Sarca, dei suoi affluenti e del lago di Molveno, allo scopo di produrre energia idroelettrica.

L'impianto di Torbole, anello finale del sistema, entrò in funzione nell'autunno 1961 e sostituì i vecchi impianti minori di Prabi, Fies e Dro dislocati lungo il Sarca, portando ad un considerevole aumento della produzione di energia elettrica in Trentino.

¹ Si è utilizzato il termine "La Sarca" perché trae origine dal sostantivo "sar" (altrove "sal" o "sat"), etimo femminile col significato di acqua corrente. Il nome al femminile è tuttora in uso nei dialetti di alcuni paesi lungo il suo corso come a Torbole (la Sérca).

1. LA S.I.S.M.

S.I.S.M. è l'acronimo di Società Idroelettrica Sarca-Molveno. Costituita nel 1939 a Milano, aveva quali azionisti la Edison, la SIP (Società Idroelettrica Piemontese) e l'IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale) e come scopo sociale, testimoniato anche nel nome, lo sfruttamento delle acque del Sarca. Lo scoppio però, in quello stesso anno, del secondo conflitto mondiale rimandò tutto a tempi migliori. Ecco quindi che la società poté iniziare i lavori nelle Giudicarie e in Rendena solo nel 1947, portando a compimento l'impianto Sarca-Molveno, che serviva la centrale di Santa Massenza I, nel 1952. Successivamente, nella gola del Sarca fra Ponte Arche e Tione, la SISM diede inizio alla costruzione della diga, alta 46 metri, da cui trae origine il serbatoio di Ponte Pià che dal 1957 regola ancora oggi la centrale di Santa Massenza II.

Contestualmente al termine dei lavori della diga di Ponte Pià, nel 1956 si affrontarono i lavori di costruzione dell'impianto di Torbole, sotto la direzione dell'ing. Dante Ongari. Si trattava dell'opera di presa al lago di Cavedine, della condotta d'acqua in galleria, della condotta forzata e della centrale di Torbole con le opere annesse

I lavori furono suddivisi nelle sedi di Pietramurata, direttore ing. Aldo Pedrini e di Torbole, direttore ing. Dante Fantoma.

PIETRAMURATA

Direttore: ing. Aldo Pedrini.

Cantierista: geom. Grotti Albino

Il lavoro viene diviso in tronchi:

Opera di presa al lago di Cavedine e tronco di galleria verso valle

Cantierista: geom. Ceschini Fabio

Assistenti: Pizzedaz Sisto, Biasioli, Troggio Florindo

Cantiere di Ceniga con tronco di galleria verso monte e verso valle

Impresa Italstrade

Cantieristi: geom. Franco Ropelato

Assistenti: Franco Franzelli, Adriano Pizzedaz, Giuseppe Santoni

Collaboratori in cantiere a Vignole

Contabilità e varie: Farina Romolo, Zadra Mario

Guardiani: Santoni Vito, Santoni Mario

Lavori in economia: Lunelli Marco, Sicheri Luigino, Berteotti Paolo, Marchetti Massimo, Lever Domizio, Corradini Mario

Manutenzione strade

di cantiere: Bertamini Roberto

CENTRALE DI TORBOLE

Direttore: Ing. Dante Fantoma

Cantiere Maza con tronco di galleria verso monte e quindi verso valle fino al lavoro di scavo del pozzo piezometrico e della vasca

Impresa Girola

Cantierista: geom. Ferrari Angelo

Assistente: Chiarani Domenico

Costruzione centrale di Torbole e lavori sul fiume Sarca

Impresa Romagnoli.

Montaggio condotte forzate

Impresa ATB. Togni (BS)

Cantierista: geom. Mani

Assistente: Cappelli Giacinto

Sorvegliante: Miorelli Agostino

Operai: Righi Giovanni, Masè Valentino

Cuoco: Ricci Quintino

Montaggio macchinari della centrale ed esercizio della stessa

Montaggi: Tonelli Vittorio

Capo centrale: Boscato Mario

Vice c.c.: Pasquazzo Enzo

Turnisti : Pedrini Tullio, Cazzadori Emilio, Bressan Augusto, Chiarani Domenico, Guella Simonino, Guella Ezio, Miorelli Emo, Collini Miradio, Chistè Mario, Sicheri Isidoro, Bertella Giovanni, Angelini Sergio

Operai: Alessio Guido, Scarpetta Pietro, Ballarin Aldo, Toccoli Delfino, Righi Remo, Righi Lino, Rigotti Silvino, Corradini Mario, Prati Silvio, Ravagnani Luigi, Benuzzi Ivo, Leoni Luigi, Cozzini Giovanni, Licati Enrico, Dusatti Luciano, Vivaldi Celestino, Mazzoldi Marcello, Mazzoldi Ruggero, Faes Gualtiero, Malacarne Firmino, Sottovia Carlo, Guella Roberto, Miorelli Claudio, Rosà Rinaldo, Rigotti Giovanni, Rigatti Giovanni

2. L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI TORBOLE

L'impianto idroelettrico di Torbole utilizza le acque del bacino del fiume Sarca alla quota di 241,60 m.s.m. sfruttando il salto lordo di circa 175 m esistente tra il serbatoio di carico del lago di Cavedine e la restituzione nel lago di Garda.

Il bacino imbrifero sotteso, intercettato dalle prese di Sarche e di Pietramurata nel Sarca o direttamente scolante nel lago di Cavedine, è di 900 kmq. L'impianto si avvale della regolazione giornaliero - settimanale prodotta dal lago naturale di Cavedine ed indirettamente dalla più ampia regolazione dei serbatoi degli impianti superiori in esercizio; principalmente del grande serbatoio stagionale del lago di Molveno.

Il lago di Cavedine, da cui parte la derivazione in pressione dell'impianto di Torbole, è alimentato, come già detto, oltre che dal bacino proprio, dalla due derivazione del Sarca alle Sarche e Pietramurata, e dalla restituzione degli impianti di S. Massenza I e II attraverso il canale Rimone.

Dal lago di Cavedine ha inizio la galleria di derivazione in pressione che si sviluppa per circa 14 km interamente in galleria nella sponda sinistra della valle del Sarca con tracciato pressoché parallelo all'asse della valle, all'incirca con direttrice Nord - Sud.

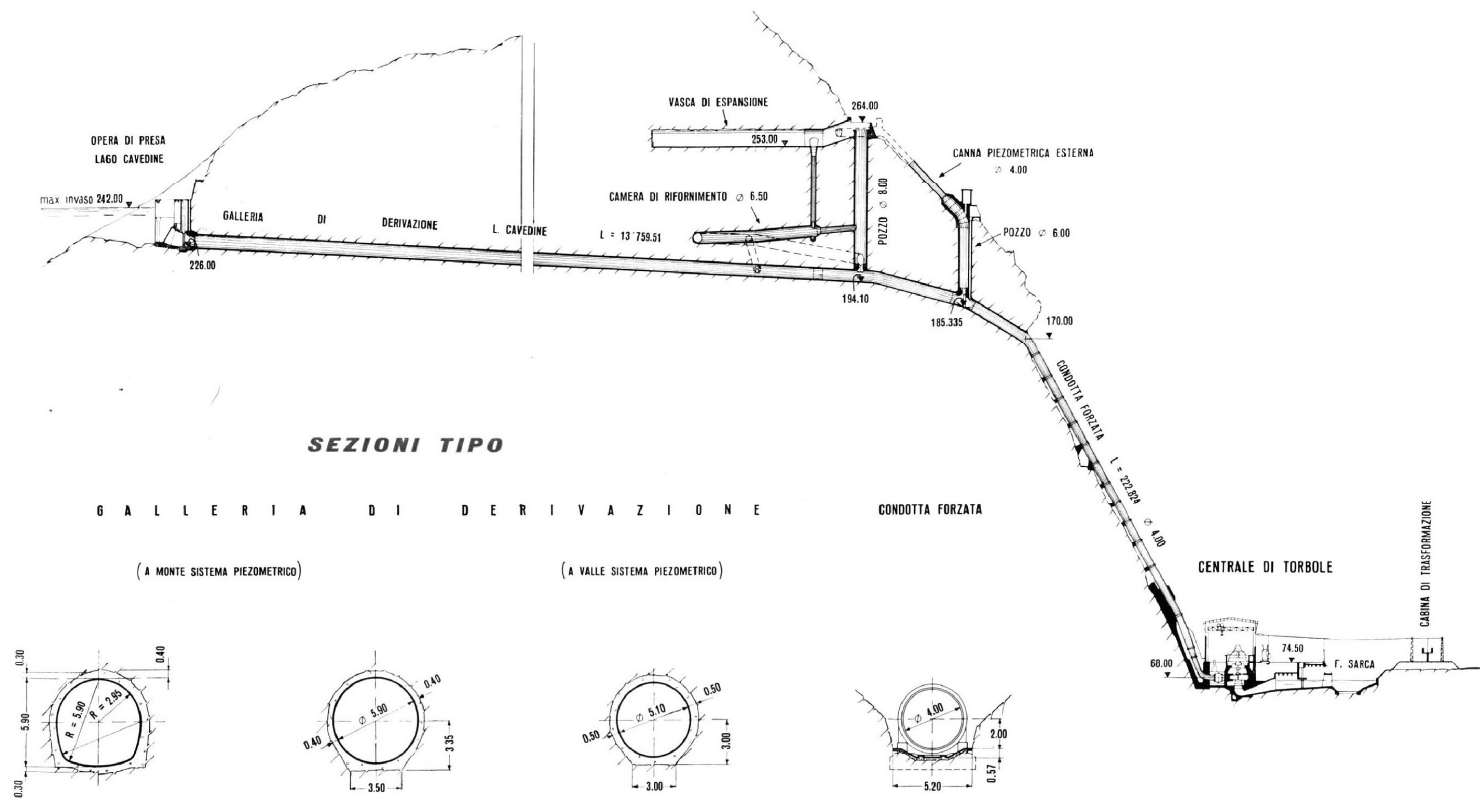
Dopo l'interposizione del sistema piezometrico – situato a monte della strada della Maza, a circa 1 Km dall'abitato di Nago - la derivazione in pressione si effettua in condotta forzata metallica, per un primo tratto murata in galleria, successivamente all'aperto, fino a raggiungere la centrale, con uno sviluppo complessivo di circa 253 m. Al piede la condotta si biforca nei due introduttori di macchina all'interno della Centrale la quale è ubicata in località *Brossèra* del Comune di Nago - Torbole, sulla sponda sinistra del Sarca.

La restituzione avviene nel letto del fiume opportunamente ribassato e sistemato in modo da costruire il canale di scarico, con modesta perdita di salto rispetto al livello di restituzione definitiva nel lago di Garda.

Il macchinario di produzione è formato da due gruppi gemelli turbina Francis - Alternatore in installazione ad asse verticale, ciascuno della potenza massima di 65 MVA. La cabina elettrica è ubicata sulla sponda opposta del Sarca, fronteggia l'edificio centrale; il collegamento viabile con la centrale è realizzato da un ponte di servizio. La cabina è allacciata con brevi tronchi di terne a 220 kv agli elettrodotti Edison e ENEL che transitano nelle immediate adiacenze.

Dati caratteristici fondamentali dell'impianto:

- Bacino imbrifero sotteso	900 kmq
- Portata media annua utilizzabile	29,280 mc/sec
- Salto nominale di concessione	166.18 m
- Portata media nominale	47713.2 kw
- Salto medio utile netto	155.50 m
- Portata massima erogata dalle turbine	2x40 mc/sec
- Potenza installata	2x65 MVA
- Potenza efficiente	112 Mw
- Producibilità media annua	300 Gwh



Profilo schematico dell'impianto

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE PRINCIPALI²

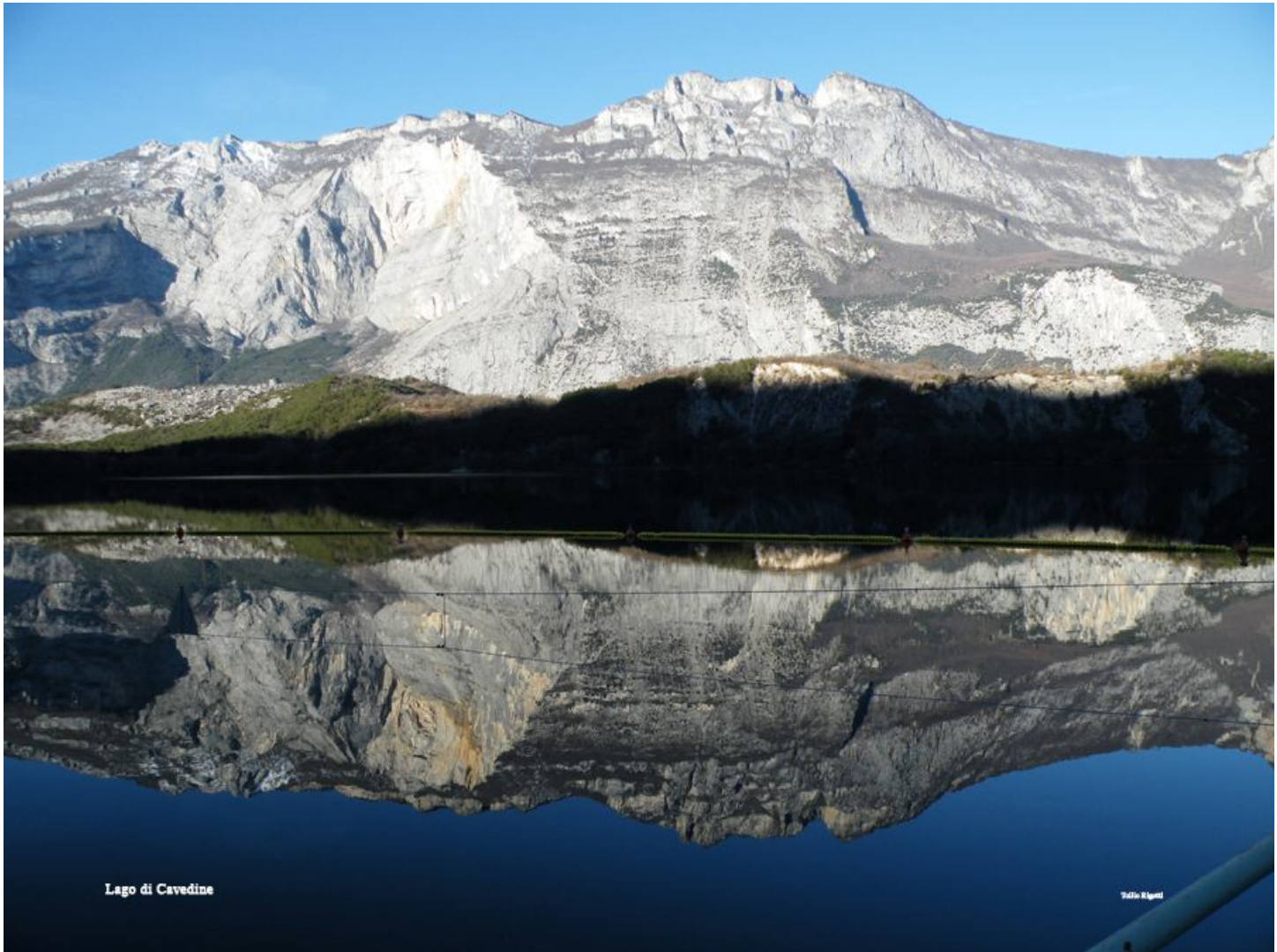
3.1 Serbatoio di Cavedine e Presa

Il lago di Cavedine costituisce il serbatoio naturale di carico e di regolazione dell'impianto. Esso è alimentato, oltre che da due prese sul Sarca - una in località Le Sarche ed una in località Pietramurata, per complessivi 26 mc al secondo, sfruttate solo in caso di piena del Sarca - dallo scarico della centrale di S. Massenza, attraverso i laghi di S. Massenza, Toblino ed il canale Rimone di Toblino.

La presa dal serbatoio per la derivazione è stata ubicata sulla sponda sud - orientale del lago ad una profondità tale da consentire lo svaso del serbatoio. E' costituita da una bocca profonda delle dimensioni di 120 mq circa (11,80 per 10,50 m) munita di griglia e di organo di chiusura, comandato a distanza, rappresentato da una paratoia a tenuta sui quattro lati con organo di manovra oleodinamico.

La bocca di presa, che è stata costruita in posizione arretrata, è stata messa in comunicazione col lago attraverso un'ampia e profonda trincea. La presa è stata costruita a cielo aperto dopo aver messo all'asciutto la zona di lavoro con la protezione di una diga provvisoria semicircolare intestata alla sponda.

² La descrizione si compone di una presentazione sommaria delle opere e delle modalità di massima da seguire per l'esecuzione dei lavori contenute nel concorso di appalto del 1958.





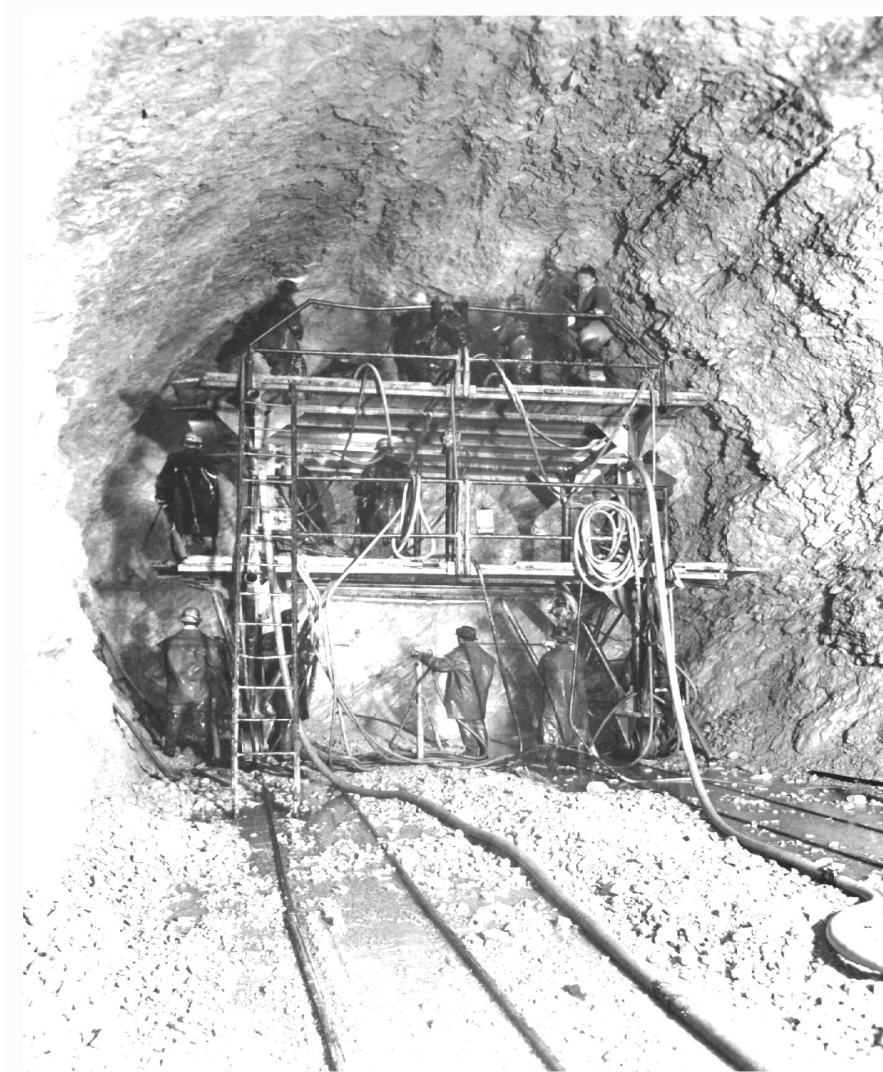
Opera di presa al lago di Cavedine

3.2 Galleria di derivazione in pressione

Essa, normalmente, ha sezione policentrica sub circolare con diametro fondamentale di 5,90 m, cui corrisponde un'area di 28,90 mq. In alcuni tratti in formazione rocciosa scadenti la sezione è circolare con la stessa diametro. E' rivestita in calcestruzzo, non armato, salvo in corrispondenza delle finestre di attacco e di accesso del tronco terminale e di zone di debole consistenza della roccia.

Il suo sviluppo è di 13.759 m e scorre sulla sponda sinistra del Sarca. E' stata scavata attraverso quattro finestre principali (Drena - Ceniga - Bolognano - Torbole), con duplice fronte di attacco, e due secondarie (Vignole e una di testa, in prossimità della presa). La pendenza media è di circa 2,7 per mille (ogni 1000 m si abbassa di 2,70 m circa). La pressione massima cui la galleria è soggetta raggiunge all'estremità di valle i 54 m di colonna d'acqua in situazione idrostatica, i 78 m in transitorio di oscillazione del pozzo piezometrico.

La galleria attualmente ha la portata massima di 80 metri cubi al secondo; è stata però dimensionata largamente per consentire in futuro la portata di altre 100 mc/sec. che consenta di incrementare la potenza efficiente della centrale con la installazione di un ulteriore gruppo di produzione (circa 25 Mw dal lago di Loppio mai realizzato).



Carroponte da perforazione in roccia nel fronte di galleria verso Ceniga.
In uso poco prima dell'utilizzo delle frese meccaniche da galleria

3.3 Finestre di attacco

La finestra di Drena, il cui imbocco è già impostato, ricade poco a nord della forra dell'omonimo paese. La sezione è prevista per consentire l'esecuzione della galleria con mezzi pesanti mentre l'imbocco è raggiungibile con strada di servizio già costruita. Le caratteristiche sono: lunghezza 400/500 metri, pendenza 3/5 %. Sezione libera finita 3,00 x 2,55 metri, cui corrisponde una sezione di scavo variabile a seconda del sistema che verrà adottato per l'impianto delle cunette di eliminazione delle acque. La finestra si svolge prevalentemente in roccia calcarea di buona consistenza. Da questa finestra si dipartono due tronchi di galleria: uno della lunghezza di 3.200 metri verso monte, fino al vertice di incontro con la discenderia del lago di Cavedine, ed uno di 1.000 metri verso valle. Per le altre finestre di Ceniga, Bolognana e Torbole (Maza) valgono le stesse caratteristiche di quella sopra con queste modifiche:

lunghezza finestra Ceniga 700 metri
lunghezza galleria di attacco verso monte 2.700 metri
lunghezza galleria di attacco verso valle 1.300 metri

lunghezza finestra Bolognana 650 metri
lunghezza galleria di attacco verso monte 1.470 metri
lunghezza galleria di attacco verso valle 1.600 metri

lunghezza finestra Torbole 250 metri
lunghezza galleria di attacco verso monte 2.700 metri
lunghezza galleria di attacco verso valle 100 metri



Finestra della Maza

3.4 Sistema piezometrico

Il sistema piezometrico è dimensionato per le più gravose manovre di carico praticamente possibili. Esso è costituito essenzialmente da un pozzo verticale del diametro di 8,00 m che collega alla galleria le camere superiore ed inferiore, della capacità utile di circa 13.000 metri cubi la prima e 10.000 la seconda.

Mentre la camera superiore è una galleria di oltre 60 mq di sezione utile con tracciato rettilineo e solo parzialmente rivestita, la camera inferiore è una galleria a sezione circolare di 6,50 m di diametro, rivestita in calcestruzzo fortemente armato, con tracciato curvilineo e forte pendenza in modo di permetterne l'allacciamento delle due estremità al pozzo di collegamento.

A valle di questo sistema e all'imbocco della condotta forzata è ancora inserito un pozzo verticale di 6 m di diametro, rivestito in metallo, che si prolunga all'esterno con una canna inclinata in cemento armato, con la funzione di limitare il colpo d'ariete in condotta. Alla base di esso è posta la paratoia di intercettazione della condotta



3.5 Condotta forzata

E' di tipo metallico in lamiera di acciaio ad alta resistenza (con spessore da 12 a 14 mm) del diametro di 4,40 m. Sviluppa una lunghezza, dall'asse della paratoia di intercettazione all'imbocco della biforcazione al piede, di 257 m. Il peso complessivo con accessori è nell'ordine di 1000 tonnellate.

Il primo tratto della condotta forzata è murato in galleria inclinata (circa 69 m con la pendenza del 30% circa). La struttura è in lamiera d'acciaio con anelli a raggiera esterni di rinforzo per l'ancoraggio al calcestruzzo di imbottitura. Gli elementi di tubazione sono stati costruiti in un cantiere esterno presso l'imbocco, partendo da segmenti preparati in officina.

Il secondo tronco, posato all'esterno su unica livelletta, ha la lunghezza di circa 184 m, diametro costante di 4,00 m E' costituito da elementi della lunghezza unica di circa 7,50 m tra loro saldati, a spessore variabile, dall'alto verso il basso, da 16 a 29 mm La tubazione è cerchiata con cerniere in profilato antiovalizzante per conferirgli la necessaria resistenza alla depressione interna. Gli appoggi sono del tipo a piedi con rulli di scorrimento, posti alla distanza di 15 m.

La condotta è stata calcolata per una pressione di esercizio pari alla massima statica maggiorata del 35% per sovrappressione di colpo d'ariete. La tensione massima nell'anello ammessa è di 1600 Kg/cm². Le prove in posto sono state eseguite a pressione pari a 1,8 volte la pressione di esercizio. All'esecuzione delle saldature di unione trasversale è seguito il trattamento termico delle stesse. Tutte le saldature del tronco terminale e campioni delle rimanenti sono state radiografate per controllo dell'esecuzione.

Alla base, la condotta forzata si biforca in due brevi tronchi del diametro di 2,60 m che alimentano i due gruppi attualmente installati. La portata massima normale della condotta forzata è di 80 mc/sec.



Panoramica sullo stato di avanzamento dei lavori

3.6 Centrale

La Centrale, ubicata sulla sponda sinistra del Sarca, è costituita da due corpi di fabbricato in aderenza.

Il principale, che copre un'area di 1200 m², contiene i gruppi turbina - alternatore di produzione e gruppi dei servizi ausiliari - e gli accessori elettromeccanici ad essi inerenti. Dalle strutture di fondazione in calcestruzzo o cemento armato, spicca il fabbricato in elevazione a struttura portante metallica richiuso con pannelli tipo Curtan - Wall smaltati e ampie finestre. La sala macchine è servita da due gru a ponte identiche della portata di 110 tonn. accoppiabili per la manovra dei pezzi più pesanti del macchinario.

Il secondo fabbricato, che copre un'area di circa 400 mq è a struttura civile in cemento armato, con solai in laterizio e pareti in cotto. Suddiviso in vari piani, contiene i quadri generali di comando e controllo, magazzini, una piccola officina, servizi generali di centrale, locali d'attesa e servizi per il personale.

Attraverso ampie vetrate la sala quadri guarda la sala macchine e la stazione elettrica esterna. I trasformatori elevatori sono ubicati all'esterno a ridosso della facciata dell'edificio principale. La cabina, a 220 Kv, è ubicata sulla sponda opposta del Sarca e fronteggia la centrale. Ha sede su di un piazzale in rilievo delle dimensioni di 80x200 m posto a quota 74,50 m.s.m. ed unito alla centrale mediante un ponte sul Sarca



Fossa gruppi turbina - alternatore



Panoramica della gabbia metallica della Centrale



3.8 Restituzione dell'acqua al Sarca

La turbine scaricano nel Sarca attraverso singoli diffusori immediatamente di fronte alla centrale. Per realizzare il massimo salto utile, il tronco finale del Sarca tra la centrale e la foce in Garda (circa 1,5 Km) è stato ribassato e sistemato in modo da ricavare in alveo un vero e proprio canale di scarico con le migliori caratteristiche idrauliche.

Per ricavare il canale di restituzione nell'alveo del Sarca sono previsti lavori di sistemazione e di consolidamento dell'alveo stesso, consistenti essenzialmente nel ribasso del fondo su larghezza di 20-30 m , per profondità da 0,5 a 1,50 m. Il volume di scavo è dell'ordine di 30.000 mc.

A tal fine sono state abbattute le numerose briglie esistenti in detto tronco, l'andamento planimetrico è stato regolarizzato, e si è scavata una sezione trapezia raccordata sul fondo. Le sponde sono state rivestite con pannelli prefabbricati fino alla quota normalmente sommersa, con muratura di pietrame a secco al disopra.

Gli argini esistenti sono stati in parte ricostruiti ex novo, in parte sistemati e rafforzati. Per limitare la sistemazione del Sarca al tratto a valle della centrale, ed evitare l'estendersi del richiamo ai tronchi a monte, è stata costruita, immediatamente a monte della centrale una traversa in muratura in calcestruzzo che copre il salto tra il fondo indisturbato dell'alveo a monte ed il fondo ribassato a valle.

Detta traversa, con soglia a livello dell'alveo a monte, è alta circa 3,50 m. E' seguita da un tronco d'alveo a sezione allargata, completamente rivestito sulle sponde e sul fondo con murate pesanti in calcestruzzo, nel quale pure si immettono i canali diffusori delle turbine, con funzione di vasca di dissipazione delle portate tracimate. La traversa, che ha una luce di 36 m, è in grado di far defluire una portata di piena di circa 1000 mc/sec senza provocare rigurgiti a monte. Il tronco a valle consente il deflusso della portata, ed anche di portate maggiori. Si è operato così anche un miglioramento rispetto alle condizioni preesistenti che non avrebbero consentito la smaltimento di portate superiori ai 700 - 800 mc/sec.



Argine ultimato

4. IL COSTO IN VITE UMANE

Il 14 novembre 1959, durante i lavori di scavo di una galleria si verificò un grave incidente che costò la vita a tre minatori. I tre, facenti parte di una squadra di cinque minatori che si era brevemente attardata all'interno della galleria, furono colpiti dall'esplosione dell'ultima volata di mine. Questi i loro nomi³:

Tullio Guella di anni 27, di Pranzo di Tenno (TN).

Vittorio Venturini di anni 30, di Val Vestino (BS) .

Pasquino Zucchelli di anni 44, di Tenno (TN)

Tullio Cristoforini di anni 31, di Vigo Cavedine (TN)
annegò invece nel Sarca, alla traversa di Torbole, il 23 ottobre 1959

³ D. ONGARI, "Lapide commemorative dei caduti della S.I.S.M." , Tione, 1991

5. LA DISTRUZIONE E LA RICOSTRUZIONE DEL PONTE SUL SARCA (1960 - 1961)

Quello del 1960 fu un settembre molto piovoso. Il livello del Sarca andò gradualmente aumentando portando a valle quintali di legname strappati un po' dappertutto lungo il percorso. Un ennesimo nubifragio con vento fortissimo e pioggia intensa si scatenò sull'alto lago nella notte di sabato 17. In quell'occasione l'acqua del fiume, oltre al legname, trascinò con sé anche un grosso pontone in ferro, con montata una gru, utilizzato per i lavori della costruenda centrale di Brozzeria.

Dopo aver rotto gli ancoraggi e percorso alcune centinaia di metri trascinato dalla corrente, il pontone andò a cozzare contro uno dei pilastri messi a sostegno del ponte, costruito nel 1945 dopo la fine del conflitto, che collegava Torbole con il Linfano, danneggiandolo in modo irreparabile. In due giorni di lavoro incessante, sotto una pioggia battente, gli operai dell'ANAS ripristinarono il passaggio sul Sarca con la costruzione di un ponte in legno e ferro di tipo "Bailey" della lunghezza di quaranta metri che poté essere aperto al traffico alle ore 14.00 di lunedì 19 settembre.

Si trattava di un ponte della portata di 120 quintali che però consentiva il passaggio solo a senso unico alternato. In breve tempo si mise quindi mano al progetto per la realizzazione di un nuovo ponte e dopo aver individuato l'ubicazione idonea per mezzo di sondaggi e trivellazioni del terreno, fu possibile dare avvio alla fase esecutiva grazie al finanziamento congiunto dell'ANAS e della SISM, concessionaria degli impianti elettrici sul Sarca. I lavori furono eseguiti dall'impresa SCAC di Milano e dalla ditta Ferrari di Trento che realizzarono il ponte qualche metro più a monte di quello preesistente, con un costo complessivo pari a circa sessanta milioni di lire.

A distanza di poco più di un anno dall'evento, il nuovo manufatto a campata unica fu solennemente inaugurato la domenica 8 ottobre 1961, in una magnifica mattinata piena di sole.



Il ponte danneggiato con ancora visibile lo zatterone

6. LA VECCHIA PESCAIA DI TORBOLE⁴

La realizzazione della centrale di *Brossèra* determinò anche la scomparsa della cosiddetta *pescaia*. Si trattava di uno sbarramento del fiume, un manufatto che serviva in passato per la cattura delle trote. Si piantavano due file parallele di pali nel greto del fiume e vi si costruiva sopra con delle assi (chiamate *andaóre*) una passerella che lo attraversava da una riva all'altra. A monte della stessa venivano collocate delle lunghe e flessibili verghe di frassino (che formavano le *arele*) a distanza di due o tre centimetri una dall'altra e opportunamente tenute ferme da un gancio.

Si ottenevano in questo modo due risultati: l'acqua del fiume, così frenata nel suo corso, a monte della pescaia si alzava di circa un metro; in secondo luogo si sbarrava il percorso alle trote che risalivano il fiume. I pesci, spinti dal loro istinto a proseguire il viaggio contro corrente, cercavano allora un varco, ma quello che trovavano, alle estremità della pescaia, era una trappola nella quale finivano irrimediabilmente.

Quando la foce del fiume era a delta c'erano tre pescaie per la cattura delle trote: sul ramo principale, a circa cinquecento metri dalla foce, sulla Perosina e sulla Fitta. Tutte queste pescaie però non appartenevano ai pescatori, ma erano un privilegio feudale dei conti d'Arco. L'ultimo conduttore (1958) fu Catullo Morandi che diventerà poi dipendente ENEL della centrale di Torbole

⁴ F. MARTINELLI, *"Pesca e piscicoltura nel Sommolago"*, Arco, 1998, pp. 18-20



La pescaia poco prima della sua definitiva scomparsa





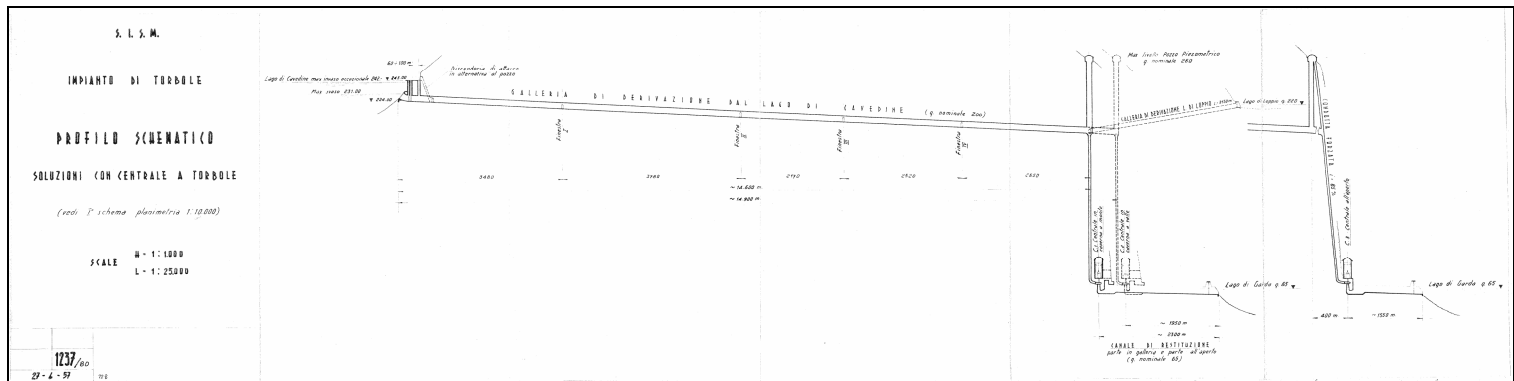
Panoramica che include le tre fonti rinnovabili: acqua, sole e vento

10. IL LAGO DI LOPPIO

Ricordiamo che il progetto di massima prevedeva anche l'utilizzo dell'alveo del lago di Loppio (un bacino da un milione di metri cubi prosciugato nel 1956) per integrare, allacciandolo al pozzo piezometrico, la portata di punta delle centrale da 72 a 94 metri cubi al secondo.

Nel progetto definitivo tale ipotesi fu accantonata per svariati motivi, non ultimo la costosa opera di impermeabilizzazione dell'alveo, necessaria per annullare l'effetto drenante della galleria Adige - Garda, per cui si decise di compensare il mancato sfruttamento del lago allargando la galleria di derivazione.

PROGETTO CENTRALE DI TORBOLE CON DERIVAZIONE LAGHI DI CAVEDINE E LOPPIO - ANNO 1957



GLOSSARIO

Bacino imbrifero: Il termine "imbrifero" deriva dalla parola latina *imber* = pioggia e indica la zona che raccoglie le acque piovane che alimentano un fiume.

Calotte: In geometria, ciascuna delle parti in cui una sfera è suddivisa da un piano secante.

Colpo d'ariete: fenomeno idraulico (ma che si genera anche in ambito pneumatico) che si presenta in una condotta quando un flusso di liquido in movimento al suo interno viene bruscamente fermato dalla repentina chiusura di una valvola. O viceversa, quando una condotta chiusa e in pressione viene aperta repentinamente.

Cerniere: Anelli posti distanziati all'esterno della condotta per non ovalizzare la condotta stessa a causa della pressione dell'acqua.

Dumper: veicolo con cassone ribaltabile posto di fronte all'autista, progettato per il trasporto di materiale incoerente (detriti, pietrisco, ecc.) e usato soprattutto nei lavori in galleria.

Gunita armata: intonaco formato da un impasto di cemento e sabbia che viene applicato sulla superficie da ricoprire mediante apposita spruzzatrice ad aria compressa.

Marino: Materiale roccioso reso in piccole parti dopo lo scoppio di una mina in galleria.

Materiale clastico: chiamato anche materiale sedimentario. È un tipo di roccia formato dall'accumulo di sedimenti di varia origine, derivanti in gran parte dalla degradazione ed erosione di rocce preesistenti, che si sono depositati sulla superficie terrestre.

Regolazione giornaliero – settimanale: lasso di tempo (giorno o settimana) nel quale un gruppo idroelettrico può fruttare la massa d'acqua di un lago o un fiume, per produrre energia idroelettrica.

Serbatoio di carico: Quantità d'acqua (lago, vasca) a monte di una centrale idroelettrica.

Serbatoio stagionale: lago naturale o artificiale che per la sua grande quantità d'acqua può alimentare una centrale idroelettrica per produrre energia per una stagione intera.

Servizi ausiliari: servizi necessari per garantire la sicurezza dell'intero sistema elettrico connessi alla gestione di una rete di trasmissione o distribuzione. I principali sono: riserva statica, servizi dinamici, regolazione di frequenza, regolazione della tensione e riavviamento della rete.

Sistema piezometrico: pozzo con funzione di proteggere le turbine poste a valle dal colpo d'ariete che si genera quando, a causa di una brusca diminuzione di portata della massa liquida che fluisce in una condotta, l'energia cinetica della massa si trasforma in energia di pressione (es. chiusura delle valvole in centrale).

Smarinare: trasporto del materiale roccioso (marino) all'esterno della galleria.

Tramoggia: contenitore a forma di tronco di piramide o di cono capovolto, munito di apertura sul fondo.

Turbina Francis: turbina a reazione sviluppata nel 1848 da James B. Francis (1815 – 1892). Inglese di nascita, emigrò a diciotto anni negli Stati Uniti dove si svolse tutta la sua carriera di ingegnere. Oggi rappresenta il tipo di turbina più utilizzato. Questa girante viene impiegata in corsi d'acqua con dislivelli da 10 m fino a 300-400 m e portate da 2-3 m³/s fino a oltre 40÷50 m³/s.

Ture o palanconate: struttura ad alta resistenza ed impermeabile che tutela da qualsiasi rischio di attraversamento dell'acqua di invaso.

Kwh: unità di misura, pari a 1.000 watt, che esprime la quantità di energia elettrica fornita o richiesta in un'ora.