

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 104 (2012)
Heft: 3

Artikel: Inalzamento diga Luzzone : uno sguardo su 15 anni d'esercizio
Autor: Baumer, Andrea
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941887>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Innalzamento diga Luzzone: uno sguardo su 15 anni d'esercizio

Andrea Baumer

Résumé

Le barrage voûte de Luzzone, construit dans les années '60 avec une hauteur de 208 m et une capacité de 87 mio m³, constitue le bassin principal d'accumulation saisonnier des eaux de l'aménagement des Forces Motrices de Blenio. Ces eaux sont exploitées à l'aval sur les deux sauts de Olivone et Biasca pour globalement 1280 m de dénivelé. Avec des apports moyens estivaux de 127 mio m³, l'accumulation maximale possible était du 70%. Vers la fin des années '80 la demande en énergie hivernale en Suisse a augmenté à tel point de devoir importer électricité de l'étranger, d'où la proposition de surélever le barrage de 17 m, amenant la capacité du lac à 107 mio m³. Les travaux se sont déroulés de 1995 à 1999 pour un coût complessif de 60 mio CHF. La capacité d'accumulation estivale peut ainsi atteindre les 85% des apports.

Du côté statique, le comportement du barrage a maintenu les attentes sortants de prévisions, avec un déplacement supplémentaire vers l'aval du couronnement dans le bloc central d'environ 40 mm (passant de 85 à 125 mm). Certaines sous-pressions ont augmenté avec la surcharge hydrostatique, sans causer des soucis. Tous les instruments installés avec la surélévation ont confirmé la régularité du comportement statique du barrage dans les années suivantes.

Du côté opérationnel, le volume supplémentaire disponible n'a pas toujours été pleinement utilisé, même si en moyenne on a un niveau de 10 m plus élevé qu'avant. La dernière décennie a quand même été intéressée par des nombreux gros travaux de révision des centrales à l'aval, donc avec des limitations d'exercice qui faussent la statistique. En plus, ces dernières années la fourniture des services de régulation du réseau ont amené à une demande accrue d'énergie de valeur aussi pendant la période estivale, en réduisant de conséquence le besoin d'accumulation saisonnière.

En veste de simples producteurs et pas de revendeurs d'électricité, il nous n'est pas possible de dire si du côté économique la surélévation a été avantageuse ou pas. Il faudra attendre encore une série supplémentaire d'années «normales» pour mieux retrouver une optimisation de l'utilisation du volume supplémentaire créée.

Zusammenfassung

Die Staumauer Luzzone wurde in den 60er-Jahren mit einer Höhe von 208 m und einem Nutzinhalt von 87 mio m³ gebaut. Der Stausee bildet den Hauptsaisonspeicher der Blenio Kraftwerke AG. Das Wasser wird talabwärts von den zwei Stufen Olivone und Biasca mit einer Fallhöhe von insgesamt 1280 m genutzt. Mit durchschnittlichen Sommerzuflüssen von 127 mio m³ betrug die maximale Speicherung im See rund 70%. Ende des letzten Jahrtausend ist in der Schweiz die Nachfrage nach Winterenergie dermassen gestiegen, dass vom Ausland Energie importiert werden musste. Deshalb wurde der Vorschlag gemacht, den Staudamm Luzzone zu erhöhen um im Winter eine grössere Speicherkapazität zur Verfügung zu haben. Die Luzzone-Staumauer wurde daher um 17 m erhöht und somit die Speicherkapazität auf 107 mio m³ vergrössert. Die Arbeiten dauerten von 1995 bis 1999 bei Kosten von gesamthaft 60 Mio. CHF. Die Sommerspeicherkapazität kann heute 85% der Zuflüsse erreichen.

Das statische Verhalten der erhöhten Staumauer liegt im Rahmen der Modellrechnungen, mit einer zusätzlichen Verschiebung der Dammkronen talwärts von zirka 40 mm (von 85 bis 125 mm). Es wurde gegenüber den Prognosen jedoch eine höhere Starre der Staumauer festgestellt (ca. 5 mm geringere Verschiebung bei vollem Becken), was auf den neuen Beton und die zusätzlichen Injektionen zurückgeführt werden kann. In einigen Fällen ist der Auftrieb wegen der Steigerung der hydrostatischen Belastung angestiegen, ohne jedoch Sorgen zu bereiten. Sämtliche bei der Erhöhung installierten Instrumente haben die Regelmässigkeit des statischen Verhaltens der Staumauer nach der Erhöhung bestätigt.

Im Betrieb wurde das zusätzlich zur Verfügung stehende Fassungsvermögen nicht immer vollständig ausgenutzt. Im Durchschnitt ist die Seekote allerdings rund 10 m höher. Das letzte Jahrzehnt war von etlichen grossen und wichtigen Revisionsarbeiten in den unterstehenden Kraftwerken geprägt, was einen beschränkten Betrieb mit sich zog und daher die Statistik verfälscht. Zudem hat in den letzten Jahren die Lieferung für die Systemdienstleistung des Netzes dazu geführt, dass eine höhere Nachfrage nach hochwertigem Strom auch in den Sommermonaten vorhanden war. Diese Entwicklungen haben den Bedarf für die saisonale Speicherung reduziert.

Aus Sicht des Wasserkraftproduzenten (nicht des Händlers) ist kein abschliessendes Urteil über die Wirtschaftlichkeit der Erhöhung möglich. Klar ist, man muss noch einige «normale» Betriebsjahre nutzen müssen, um eine Optimierung des geschaffenen zusätzlichen Volumen zu erreichen.

Riassunto

La diga del Luzzone, costruita negli anni '60 con un'altezza di 208 m e una capacità di 87 mio m³, costituisce il bacino principale di accumulazione stagionale delle acque degli impianti delle Officine Idroelettriche di Blenio SA (Ofible SA). Queste acque vengono utilizzate a valle sui due salti di Olivone e Biasca per complessivi 1280 m. Con degli afflussi medi estivi di 127 mio m³, l'accumulazione massima possibile era originariamente del 70%. Alla fine dello scorso millennio la richiesta di energia in Svizzera era aumentata a tal punto da dover iniziare ad importare in inverno elettricità dall'estero; da qui la proposta di innalzare la diga e di disporre di maggiore volume d'accumulazione. La diga del Luzzone è stata innalzata di 17 m, portando la capacità del bacino a 107 mio m³. I lavori si sono svolti dal 1995 al 1999 per un costo complessivo di 60 mio di CHF. La capacità di accumulazione estiva può raggiungere ora così l'85% degli afflussi.

Dal lato statico, il comportamento della diga ha rispettato le previsioni, con uno spostamento supplementare a valle della corona diga nel blocco centrale di ca. 40 mm (passando da 85 a 125 mm). Alcune sottopressioni sono aumentate più che proporzionalmente con l'incremento del carico idrostatico, senza però creare preoccupazioni. Tutti gli strumenti installati con l'innalzamento hanno confermato la regolarità del comportamento statico della diga dopo l'innalzamento.

Dal profilo operativo, non sempre il volume supplementare disponibile è stato utilizzato pienamente, anche se in media si opera con un livello del bacino di 10 m superiore a prima. L'ultimo decennio è però stato interessato da numerosi grossi lavori di revisione delle centrali a valle, dunque con limitazioni di esercizio che falsano la statistica. Inoltre negli ultimi anni la fornitura di servizi di regolazione della rete ha portato comunque a una maggiore richiesta di energia pregiata anche nel periodo estivo, diminuendo così la necessità di spostamento stagionale.

In qualità di semplici produttori e non di rivenditori dell'elettricità, non ci è possibile dire dal lato economico se l'innalzamento sia stato vantaggioso o no dal lato economico. Bisognerà comunque attendere una serie maggiore di anni «normali» per meglio vedere un'ottimizzazione dell'utilizzo del volume supplementare creato.

1. Impianti dell'Ofible SA

Grazie alla produzione di elettricità con le risorse idriche da una parte e alle centrali nucleari dall'altra, la Svizzera negli anni '70 e '80 era un importante paese esportatore di elettricità. I picchi dei consumi venivano assorbiti dalla produzione indigena, mentre vi era parallelamente uno scambio di elettricità con i paesi limitrofi. Con l'aumento del consumo, già alla fine degli anni '80 si intravedevano dei periodi in cui il saldo tra produzione e consumo era negativo, soprattutto in inverno quando la produzione idroelettrica fluente è ridotta a causa del freddo e del maggior consumo per il riscaldamento. Sono così state cercate delle soluzioni per uno spostamento di energia dall'estate all'inverno, cosa possibile con i grandi bacini di accumulazione sulle Alpi, innalzando il muro di ritenuta (programma del Consiglio Federale «Energia 2000»). È così che, dopo un lavoro simile eseguito alla diga di Mauvoisin, anche la diga di Luzzone, costruita negli anni '60, è stata analizzata per poter sopportare un sovraccarico supplementare.

Le Ofible SA sono una cosiddetta Partnerwerke, costituita da azionisti, perlopiù enti pubblici, che ritirano la loro quota parte di energia per utilizzarla nel loro comprensorio di distribuzione oppure per venderla sul mercato e che coprono di conseguenza i costi della società secondo la stessa percentuale di partecipazione. Sono dunque gli azionisti che decidono singolarmente quando è il momento più opportuno per produrre la loro parte di elettricità. Tutti hanno sostenuto l'avvio dei lavori di innalzamento della diga, vedendo in esso una rivalutazione del valore finanziario dell'energia prodotta in inverno piuttosto che in estate.

Le condizioni idrologiche permettevano una tale operazione, dato che la capacità di stoccaggio degli afflussi estivi era mediamente del 65-70 %. Il progetto definitivo ha portato ad un innalzamento di 17 m del muro, passando da 208 a 225 m nel punto centrale più alto (e divenendo così la terza diga più alta in Svizzera), ma limitando l'innalzamento del livello massimo del bacino a 15 m, riservando ulteriori 2 m di bordo franco quale sicurezza in caso di evento di piena estremo. I lavori di innalzamento della diga ad arco del Luzzone sono stati eseguiti

nella seconda metà degli anni '90. La capacità energetica contenuta nel bacino è ora di oltre 300 GWh (equivalente al consumo annuo di circa 85 000 economie domestiche, oppure al 20% di tutta l'energia elettrica consumata in Ticino durante il periodo invernale).

Le possibilità di spostamento delle masse di acqua sono riassunte nelle Fig. 2 e Fig. 3, dove si nota che il periodo di maggior afflusso di acqua è in estate (scioglimento neve e precipitazioni sotto forma di pioggia), ma il consumo di acqua per la produzione di elettricità è maggiore in inverno quando la domanda è elevata e gli afflussi naturali sono ridotti.



Figure 1. Vista da valle della diga innalzata.

2. Innalzamento

I lavori di innalzamento sono stati eseguiti dal 1995 al 1999, con il primo invaso al nuovo livello nel 1998. Accanto all'innalzamento del muro, sono pure state adattate le opere annesse, con lo spostamento verso l'alto dello sfioratore, la nuova galleria stradale su sponda sinistra e l'ampliamento della camera di espansione del pozzo piezometrico. Nel corpo diga sono stati installati numerosi nuovi strumenti di monitoraggio, affinché ogni cambiamento nel comportamento della diga potesse rimanere sotto controllo. Il calcestruzzo aggiuntivo ha raggiunto gli 80 000 m³, gettati nelle stagioni 1996-1997. Questo calcestruzzo è stato posato direttamente su quello vecchio, irruvidito dopo l'eliminazione della vecchia corona. Su sponda sinistra la diga non appoggia sulla roccia ma termina nel vuoto dato che le forze orizzontali di spinta dell'arco vengono dirette verso il basso. Un'altra caratteristica della nuova sezione superiore è la presenza della galleria stradale (vedi Fig. 4). Quest'ultima è servita per il transito degli automezzi durante i lavori ma serve tutt'ora per l'accesso pubblico alla Val Carassino. La larghezza della corona diga è passata da 10 m a 4.5 m.

3. Comportamento statico della diga dopo innalzamento

Diversi nuovi strumenti di controllo sono stati posati prima e durante i lavori di innalzamento, con lo scopo di sorvegliare con cura il comportamento del manufatto innalzato. Nuovi pendoli, termometri nel calcestruzzo, misure dei giunti, estensimetri, cellule piezometriche sono tra gli strumenti principali installati e che hanno permesso una continua e precisa sorveglianza della diga durante il primo riempimento e negli anni successivi. Per quel che concerne gli spostamenti sotto la spinta maggiorata dell'acqua, una previsione mediante modello statistico, elaborato dallo studio d'ingegneria Stucky, ha stimato un incremento di 40 mm nello spostamento verso valle per il punto centrale della corona. Questa previsione in termini relativi si è rivelata corretta, anche se finalmente i valori estremi assoluti non sono stati raggiunti a causa di una maggiore rigidità della diga causata da una reiniezione dei giunti anche nella parte vecchia. Delle superfici non riempite originariamente hanno permesso il passaggio del cemento d'iniezione lungo i vecchi giunti, colmandoli ed aumentando così il contatto tra i vari blocchi. Nella Fig. 5 si vedono per la sezione centrale (Blocco 16) le curve previste e misurate nel 1998 per tre fasi di riempimento del bacino.

Gli altri strumenti di misura

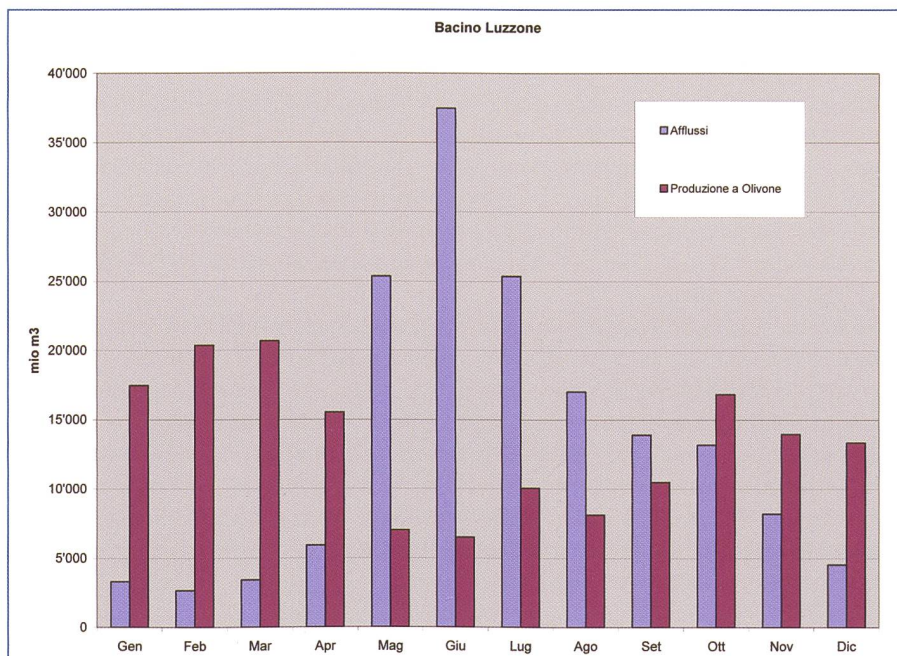


Fig. 2. Afflussi mensili al bacino e produzione prima dell'innalzamento.

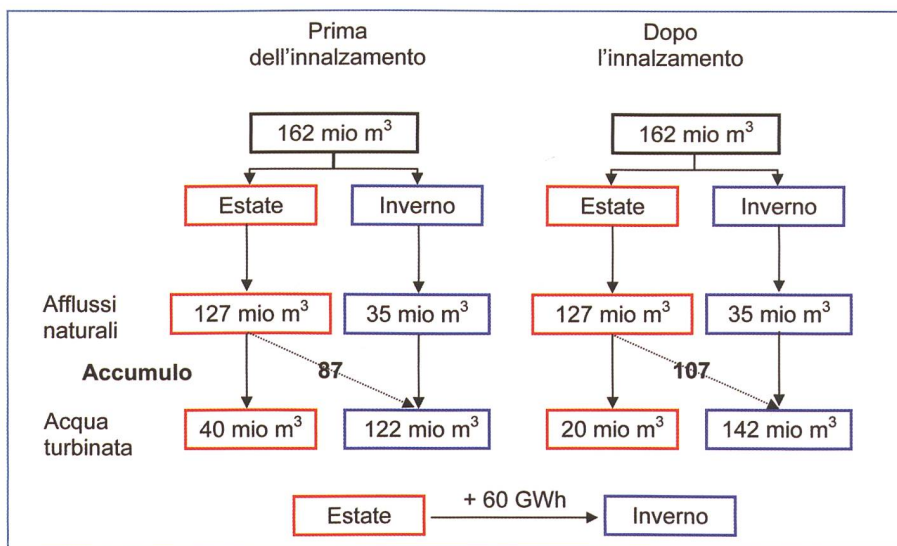


Fig. 3. Spostamenti teorici delle masse d'acqua prima e dopo l'innalzamento.

hanno pure registrato degli aumenti con l'incremento del livello della quota del lago, con alcune sottopressioni che nei primi anni dopo l'innalzamento sono aumentate anche in modo significativo ma che poi sono rientrate su valori antecedenti, grazie forse alla colmatazione delle fessure nella roccia di fondazione. Nella Fig. 6 si nota come subito dopo l'innalzamento i valori hanno superato il 60% della pressione del lago, per poi ridiscendere attorno al 40% dopo il 2004.

Le infiltrazioni d'acqua provenienti dalla roccia d'appoggio, importanti in sponda sinistra nella parte più elevata, dopo iniezioni supplementari si sono ridotte a valori accettabili.

Si può dire così che il comportamento statico della diga è regolare e segue un andamento come da previsione.

4. Utilizzo delle acque

Con l'innalzamento il volume teorico di acqua che può venire spostato dall'estate verso l'inverno è passato da 87 a 107 mio m³, che corrisponde ad un incremento di 60 GWh della produzione invernale. Generalmente si parla di spostamento da estate idrologica (che inizia il 1° aprile) a inverno idrologico (che inizia il 1° ottobre). Mediamente però il bacino raggiunge il suo livello minimo ad inizio maggio, prima dello scioglimento delle nevi e dopo che le precipitazioni sono passate da nevose a pioggia, per poi raggiungere il massimo nella seconda metà di ottobre.

Passando dalla teoria alla pratica, i dati riportati qui di seguito si riferiscono alla differenza tra il contenuto minimo e quello massimo raggiunti nel corso dell'anno.

Considerando la quindicina di anni

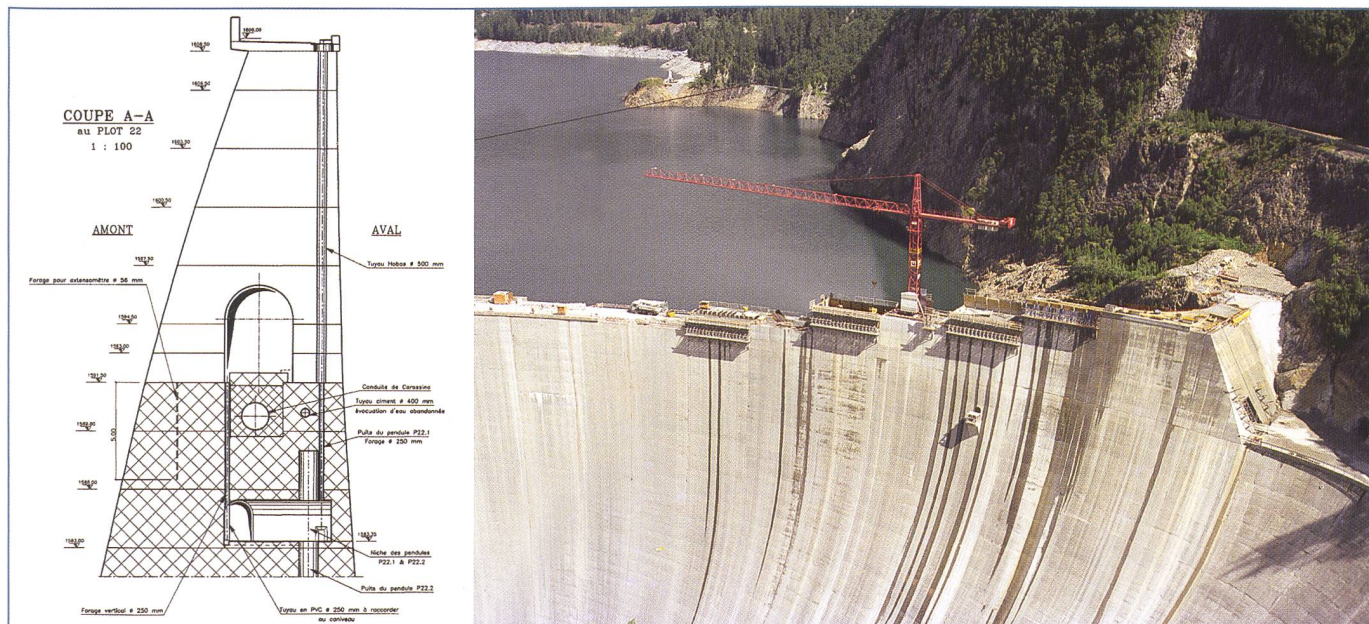


Fig. 4. Sezione della parte superiore della diga e foto durante i lavori di getto.

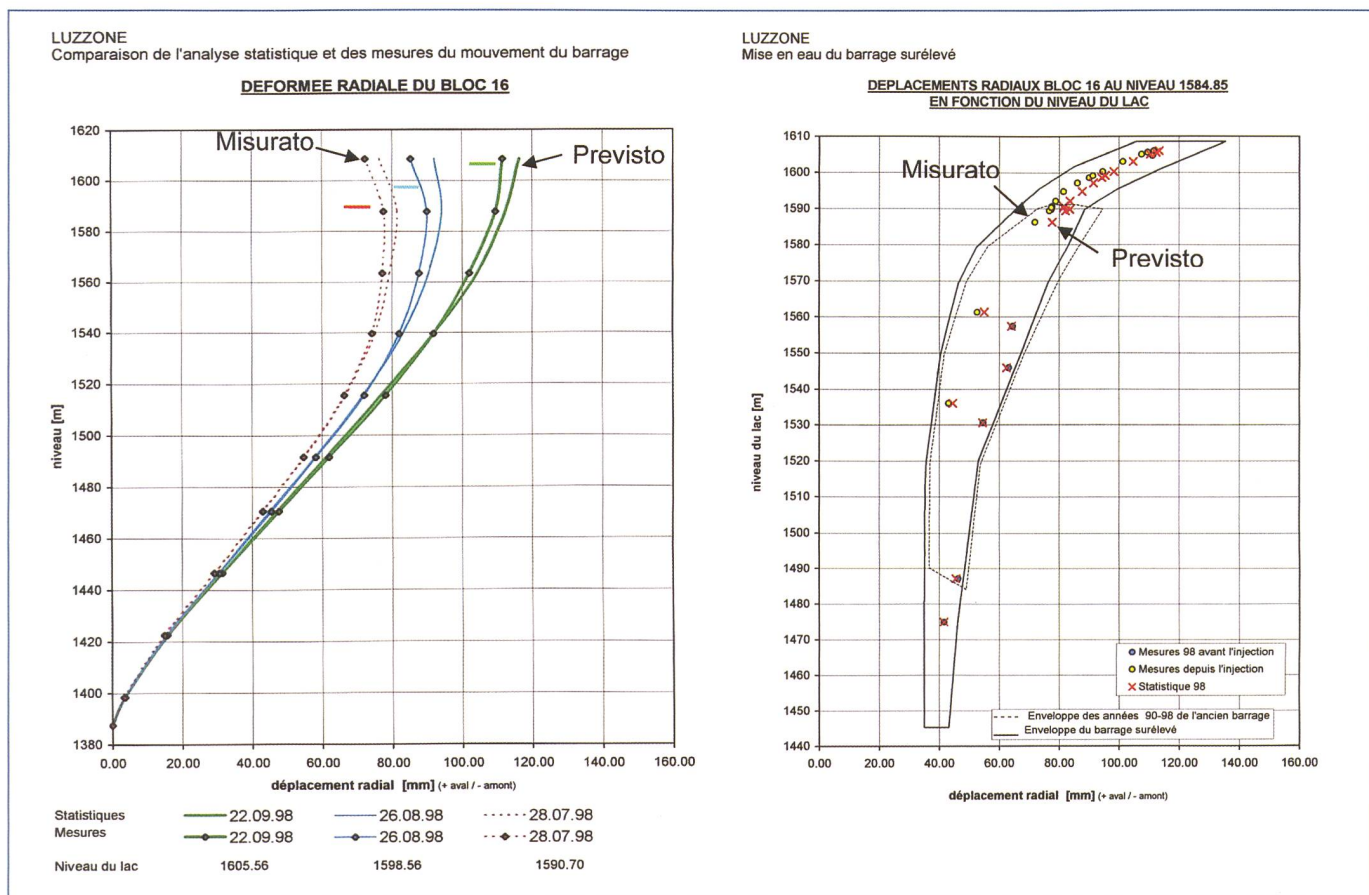


Fig. 5. Previsione e misura degli spostamenti del blocco centrale (Blocco 16).

precedenti l'innalzamento, mediamente su un massimo di 87 mio m³ (corrispondente al 66% degli afflussi estivi) ne sono stati utilizzati 77 (58% degli afflussi). Nella quindicina di anni dopo l'innalzamento, con una capacità di 107 mio m³ (che porta ad una riserva massima possibile di 81% degli afflussi estivi) ne sono stati utilizzati 90 (68% degli afflussi). Questo non corrisponde dunque pienamente con gli in-

tenti iniziali, avendo in media uno spostamento supplementare di 39 GWh invece dei 60 GWh previsti.

L'utilizzo della possibilità di accumulo varia però molto da anno in anno e dipende sì dall'andamento meteorologico, ma anche dalle messe fuori servizio di parti dell'impianto per lavori di revisione e manutenzione, così come pure da messe fuori servizio di altri grossi impianti di produzi-

one in Svizzera, con lo spostamento della capacità sugli impianti disponibili.

Sicuramente un grande influsso su questi risultati l'hanno avuto i diversi grossi lavori di revisione eseguiti nel corso degli ultimi anni sugli impianti dell'Ofible, oltre che dalla volatilità del mercato dell'energia. A questo proposito, la fine degli anni '90 corrispose ad un periodo in cui i prezzi dell'elettricità avevano raggiunto livelli mi-

nimi storici, con poco interesse a produrre, poi il mercato si è aperto e forniture a breve termine hanno causato un aumento della variabilità della produzione, con pure dei picchi di consumo estremi durante delle estati molto calde (periodi precedentemente tranquilli), per poi passare agli ultimi anni dove l'importanza di stabilizzare la rete elettrica europea è aumentata e dove le nostre centrali giocano un ruolo importante, essendo predisposte a reagire e compensare velocemente sbalzi di tensione; questo servizio di regolazione comporta però un consumo costante di acqua per mantenere la produzione sopra una soglia minima, che sia di notte, nei fine settimana o d'estate.

Nella Fig. 7 viene riportato l'andamento del bacino alla fine dell'estate, con in blu i 5 m superiori prima dell'innalzamento e in rosso l'andamento dopo l'innalzamento. Salta subito all'occhio come prima del 1998 l'andamento era assai regolare, avvicinandosi spesso al livello massimo e questo in un periodo di due mesi tra settembre e ottobre. Con la nuova quota a 1606 m s.m. i livelli superiori sono utilizzati in modo meno concentrato, disperdendosi su quattro mesi tra agosto e novembre e non sfruttando pienamente gli ultimi metri superiori. Anche dalle quote medie dei livelli prima e dopo l'innalzamento si vede che dei 15 metri supplementari a disposizione ne sono stati utilizzati solamente la metà.

5. Conclusioni

La diga del Luzzone, innalzata di 17 m quindici anni fa, si comporta in maniera del tutto regolare, sia a livello di spostamenti che delle sottopressioni, infiltrazioni o temperature.

Lo-scopo-primario-dell'innalzamento è quello di avere un volume maggiore di accumulo per la stagione invernale, passato da 87 a 107 mio m³. Questo volume è teorico, considerando uno svuotamento completo in primavera e un riempimento completo in autunno. Nella pratica si nota comunque che difficilmente ciò è possibile tutti gli anni, dato che nel bacino in primavera spesso rimane una riserva inutilizzata e che anche in autunno si vuole avere un volume di riserva per accogliere l'acqua delle piene senza perdere per stramazzo dei quantitativi preziosi. Negli ultimi anni, dato che ci si trova a circa alla metà della concessione delle acque, importanti lavori di manutenzione e rinnovo hanno richiesto degli sfruttamenti un po' irregolari del bacino, con delle limitazioni che hanno spesso pregiudicato la possibilità di riempirlo o svuotarlo completamente. Sicuramente nei prossimi anni si ritornerà a sfruttare in modo più rego-

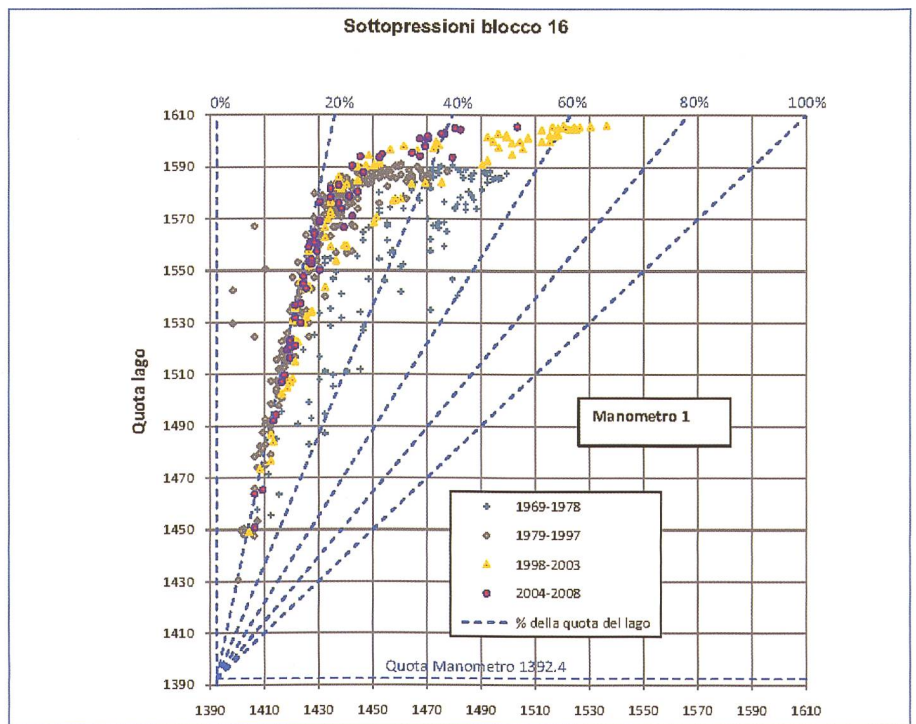


Fig. 6. Sottopressioni misurate sotto il Blocco 16.

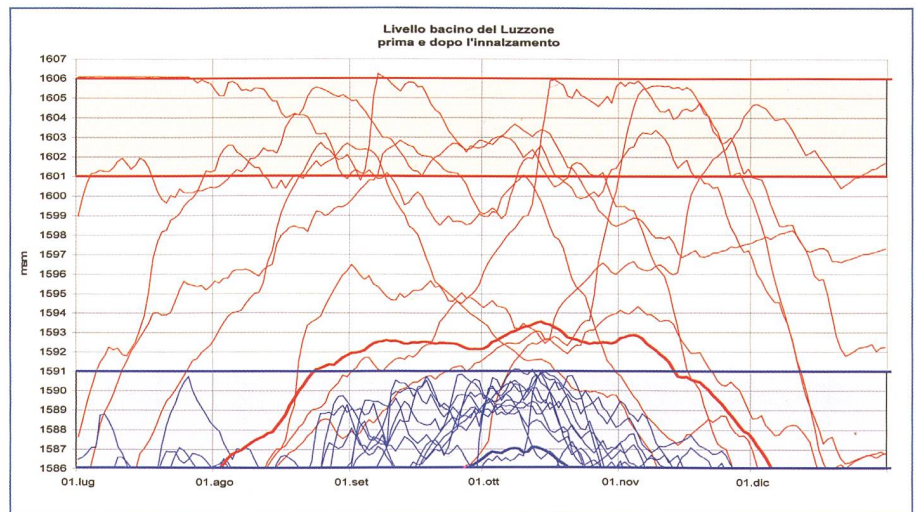


Fig. 7. Andamento del livello del bacino nella parte superiore a fine estate (blu prima, rosso dopo l'innalzamento, con in grassetto le medie pluriennali).

lare il volume a disposizione, permettendo così il raggiungimento degli obiettivi prefissati. Bisognerà però sempre considerare che dal valore teorico sfruttabile, anche per qualsiasi altro progetto di innalzamento, bisogna dedurre dei volumi da riservare per lavori di manutenzione, per esigenze di mercato o semplicemente per riserva. Inoltre non sempre tutto il volume disponibile è utilizzato per uno spostamento dall'estate all'inverno, ma anche per avere una maggiore libertà all'interno delle stagioni (maggiori accumuli in seguito a inverni abbondanti in precipitazioni, prolungate messe fuori servizio di parti di impianto, periodi prolungati con prezzi di mercato poco interessanti per vendere corrente elettrica,...).

In questo senso, una società strut-

turata come una «Partnerwerke» non ha il pieno controllo della produzione, dato che ogni azionista ha la libertà di richiedere la propria quota parte in quantitativi e momenti a lui necessari o propizi. Proprio per questo fatto, dal lato economico, non ci è possibile giudicare se il costo dell'innalzamento sia compensato dalla differenza di prezzo di vendita tra l'energia invernale e quella estiva del volume supplementare di acqua immagazzinata, dato che non siamo attivi sul mercato e non sappiamo a quali prezzi la corrente da noi prodotta viene venduta.

Autore
 Andrea Baumer, ing. Officine Idroelettriche di Blenio SA, CH-6604 Locarno
 abaumer@ofima.ch