

I Sessione – Gestione e Manutenzione Dighe - Sostenibilità

Andrea Balestra, Lombardi Eng. Ltd.

Dighe esistenti e usi multipli

21 settembre 2021

1. Gruppo di Lavoro ITCOLD a settembre 2021
2. Esigenze Emergenti: il multiuso
3. Ambiente come utente delle risorse idriche: riabilitazioni prioritarie, deflussi ecologici, deflussi discontinui, gestione dei sedimenti e protezione contro le piene)
4. Cambiamenti climatici: mutate disponibilità idriche e scopi
5. Idroelettrico come regolatore dello squilibrio nella rete energetica
6. Note di riflessione: concept papers

1. Gruppo di Lavoro ITCOLD a settembre 2021



Gestori di
impianti



Coordinatore:

Alessandro Palmieri

Professionisti individuali:

Carlo Ricciardi, Ezio Baldovin, Giovanni Borsa, Roberto Saccone, Andrea Balestra

2. Esigenze Emergenti - Il multiuso



Energy use

1. Energy generation
2. Energy storage
3. Battery function for other renewable energy sources

Water retention / Protection

4. Energy generation
5. Energy storage

Water use

6. Drinking water
7. Irrigation water
8. Firefighting water
9. Artificial snow production
10. Cooling water

Ecology

11. Guarantee of residual flow rates
12. Artificial floods

Society

13. HPP infrastructure
14. Water body as attraction
15. Culture and recreation

Multiusi «*de facto*»: altri usi (oltre a quelli classici idroelettrico, idropotabile e irriguo)

- Usi ricreativi, sportivi, naturalistici. Rilasci dinamici (pulsazioni idriche). Vincoli di gestione per rilasci idrici per usi irriguo o potabile. Protezione del territorio da eventi di piena. Collaborazione con la Protezione Civile. Rilasci di emergenza per sopperire a deficit idrici a valle.

«Unfunded Mandates?» - servizi non compensati

- Spesso quegli «altri usi» non sono previsti nei disciplinari di concessione
- Sarebbe desiderabile:
 - quantificare i costi associati agli «altri usi» (oltre all'idroelettrico), e
 - inserire gli «altri usi» nei disciplinari delle gare di concessione, in forma esplicita e remunerabile.

2. Esigenze Emergenti - Remunerazione per servizi aggiuntivi forniti dagli invasi



Attualmente, i servizi aggiuntivi sono considerati «non produttivi»

In futuro gli investimenti negli ecosistemi dovranno essere sempre più quantificati in **termini monetari e non monetari**

a. monetario

- **Servizio diretto** - costo per rimpiazzare il servizio fornito dall'ecosistema (p.es. depurazione acqua tramite area umida vs impianto di depurazione)
- **Servizio indiretto** - valore come luogo ricreativo: in caso di danni all'ecosistema, quanto si è disposti a viaggiare per visitare un luogo dalle caratteristiche simili?

b. non monetario

- **Obiettivi ambientali come criterio da massimizzare**, favorendo progetti con i maggiori benefici per unità d'investimento

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Deflussi ecologici



Deflusso minimo statico

- Quantità minima possibile secondo norma locale vigente, ev. modulato secondo la stagione

Deflusso minimo dinamico

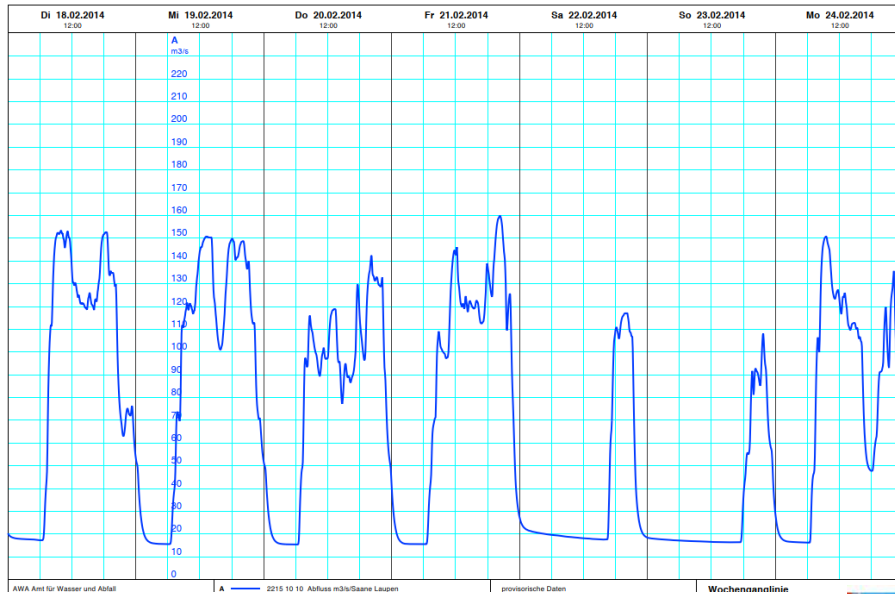
- Definito secondo percentuale fissa della portata in entrata

Deflusso minimo ottimale

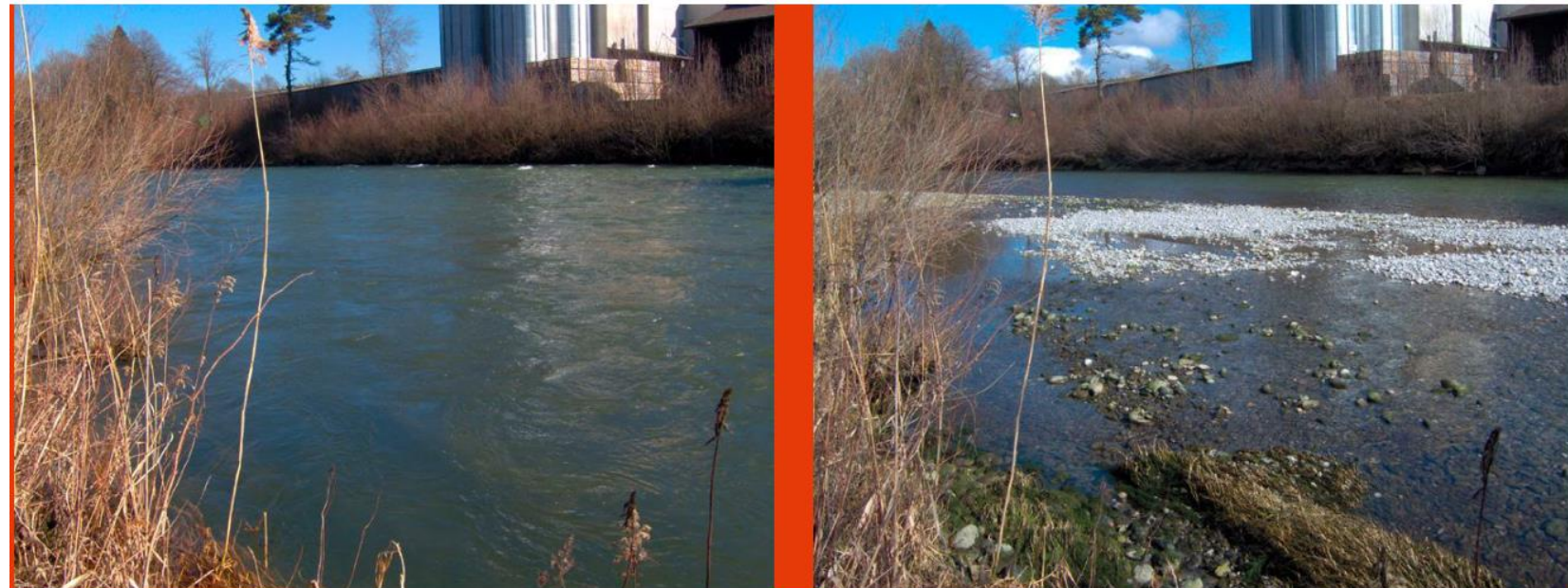
- Definito secondo **allocazione ottimale delle risorse idriche**, massimizzando i benefici totali del sistema (impianto idroelettrico e ambiente) → principio di utilità marginali uguali
- Garantisce fluitazione di sedimenti fini dal letto del fiume e favorisce la diversità di fauna e flora lungo il fiume e nella fascia riparia

→ **Deflusso minimo ottimale da prevedere a livello normativo come criterio per nuovi progetti!**

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Deflussi discontinui



I deflussi discontinui costituiscono un **impatto negativo** dello sfruttamento idrico



Schwall 150 m³/s

Sunk 16 m³/s

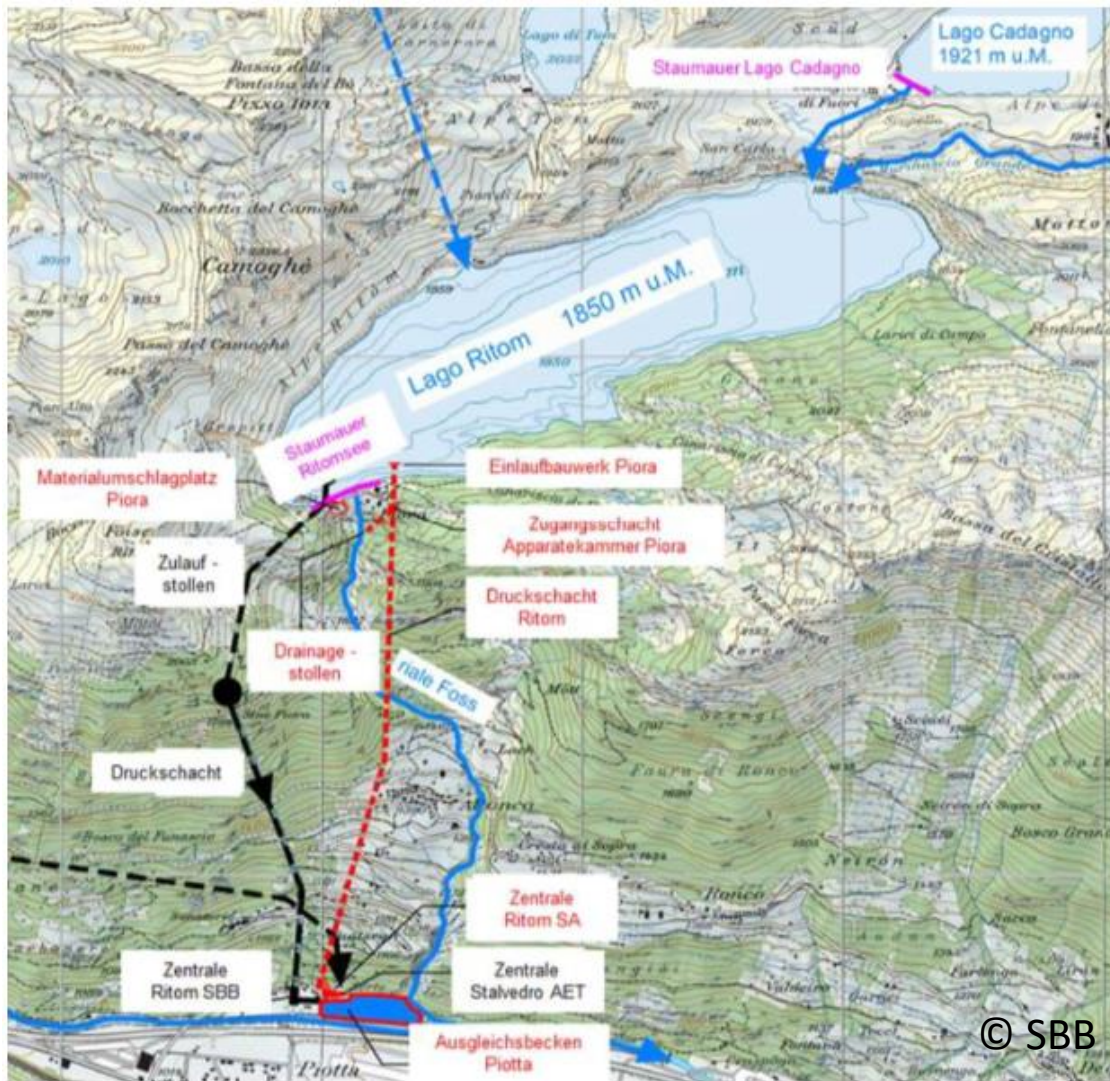
3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Deflussi discontinui



Misure di mitigazione dei deflussi discontinui

- **deviazione dell'ondata di piena**, ad esempio verso un lago o un fiume più grande
- **immissione dell'ondata di piena in un bacino di compensazione e la restituzione dosata dell'acqua nel corso d'acqua**
- **riduzione delle oscillazioni** tra portate di piena e portate ridotte mediante **aumento del rilascio minimo d'acqua dalla centrale**
- **passaggio meno drastico** dalla portata di piena a quella ridotta, ad esempio **avviando e arrestando più lentamente le turbine**

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Riabilitazioni prioritarie



Esempio

Rinnovo impianto idroelettrico Ritom (CH)

- Impianto attuale
 - Costruzione 1920, 40 MW, 153 GWh/a
- Nuovo impianto
 - Concessione rinnovata nel 2015 per 80 anni
 - Partnership Ferrovie Federali Svizzere (75%) e Azienda Elettrica Ticinese (25%)
 - Trasformazione in impianto reversibile (2 turbine da 60 MW (50 Hz e 16.7 Hz), 1 pompa da 60 MW)
 - **nuovo bacino di demodulazione** a valle (0.1 Mm³)
 - **misure di compensazione ambientale** (rilasci dinamici, nuove opere di migrazione piscicola, rinaturazioni, abbandono derivazioni non essenziali)
 - costruzione in corso, messa in esercizio 2024

→ Maggiore flessibilità di esercizio nel rispetto delle esigenze ambientali

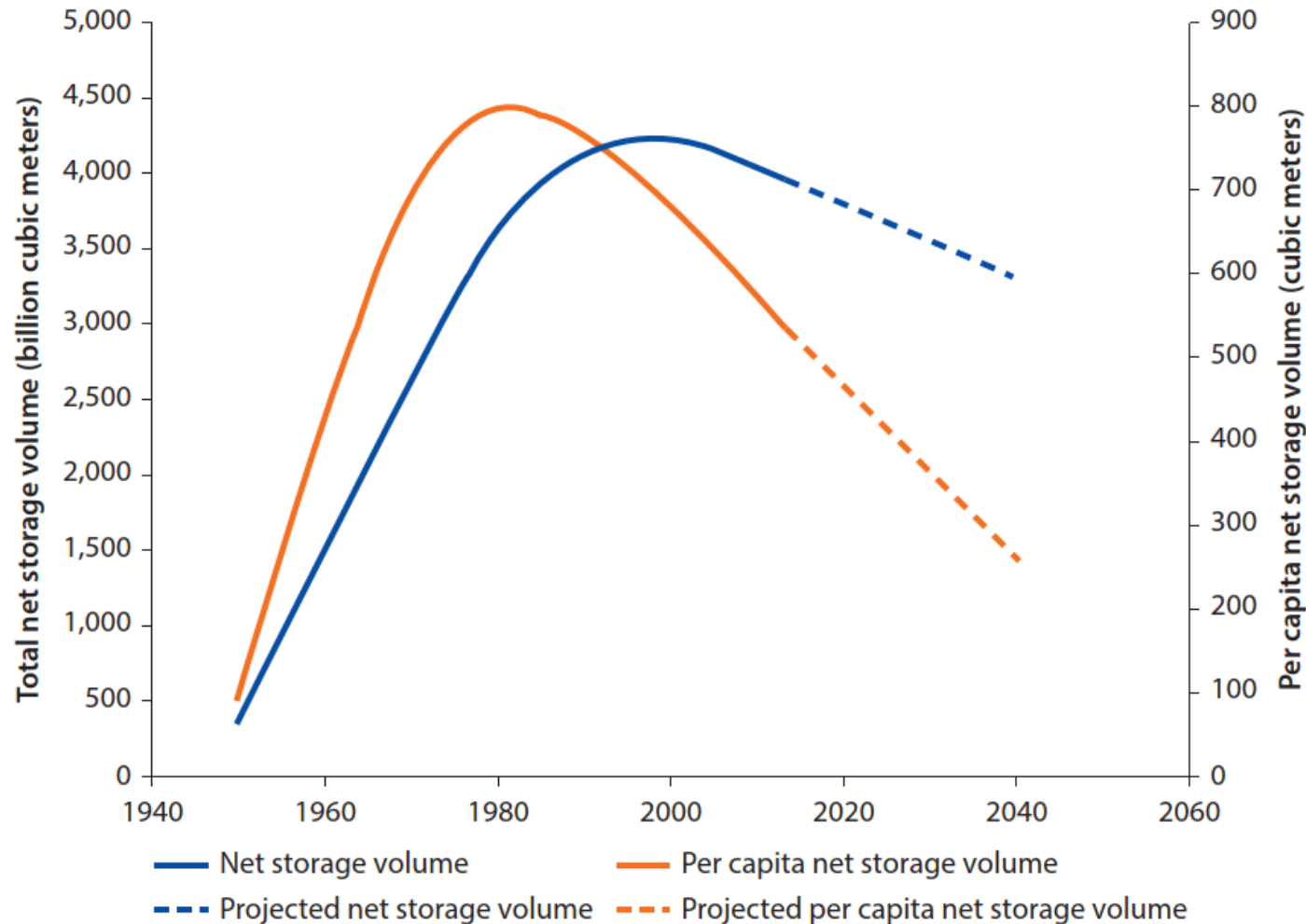
© SBB

Fig.3: Overview of the project perimeter in the area of the Ritom power plant with existing facilities (black) and new facilities (red).

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti



Figure 3.15 Net Global Reservoir Storage Volume, Accounting for Storage Loss from Reservoir Sedimentation



L'interrimento dei serbatoi è un problema globale!

Riferimento: progetto **RESCON**
(REServoir CONservation 2003-2016),
World Bank

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti

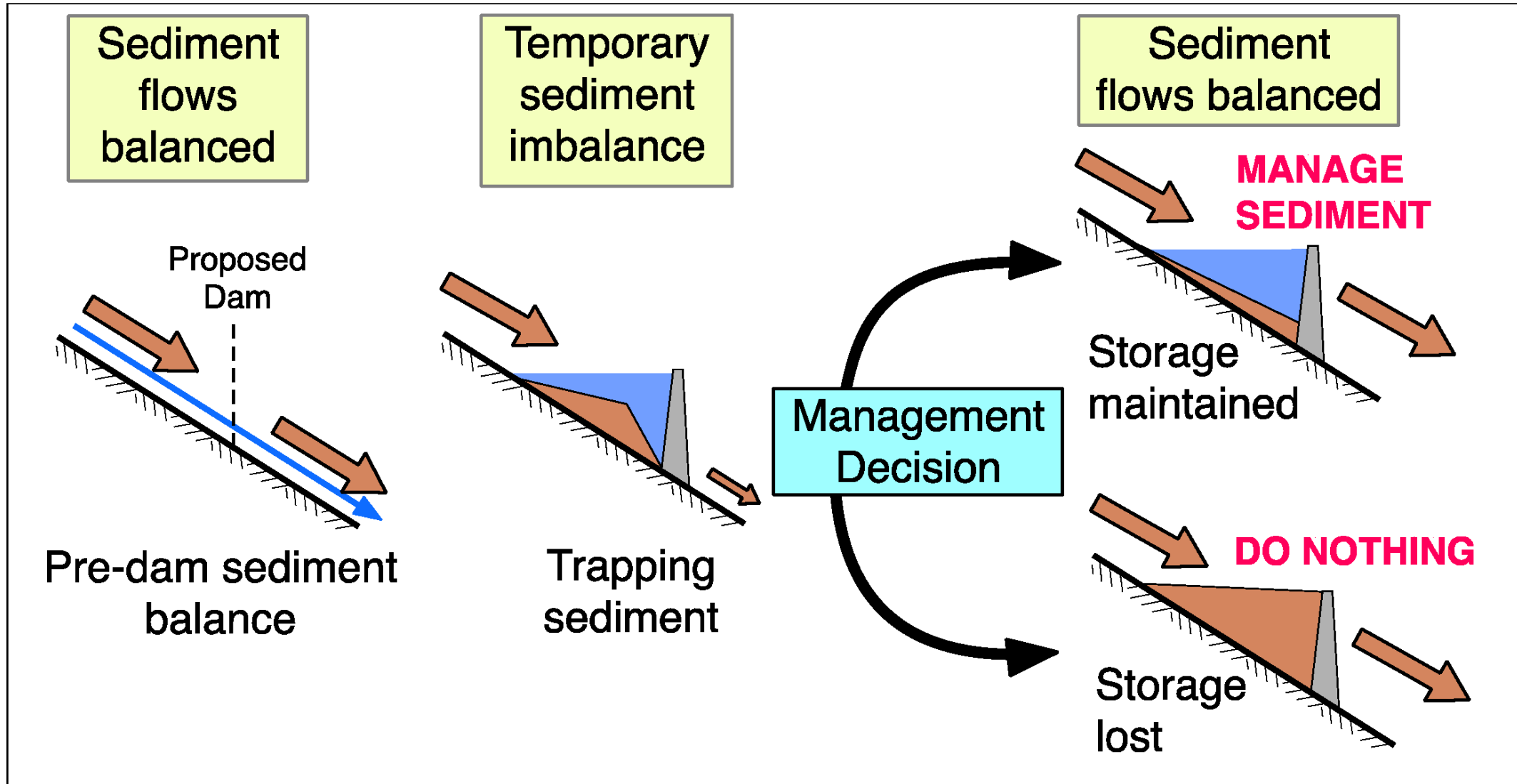
Gli **attuali paradigmi** di progettazione e di analisi economica considerano benefici e costi su un **periodo finito**, noto come vita di progetto. Sebbene questo **approccio** sia difendibile per alcune infrastrutture civili come strade e ponti, **non è appropriato per la progettazione di dighe** e la determinazione del loro valore economico.

Per opere come le dighe, un approccio di **gestione del ciclo di vita è più appropriato** a causa delle caratteristiche uniche dello spazio di immagazzinamento del serbatoio.

Il **volume di ritenuta** creato dalle dighe è una risorsa naturale con un doppio carattere, **esauribile o rinnovabile** :

- Esauribile, se si permette a un serbatoio di **riempirsi di sedimenti senza ostacoli**, è deliberatamente e consapevolmente classificato come una **risorsa esauribile**.
- Tuttavia, **se progettato con la gestione dei sedimenti e la conservazione del volume utile in mente**, lo spazio di stoccaggio è consapevolmente classificato come una **risorsa rinnovabile**.

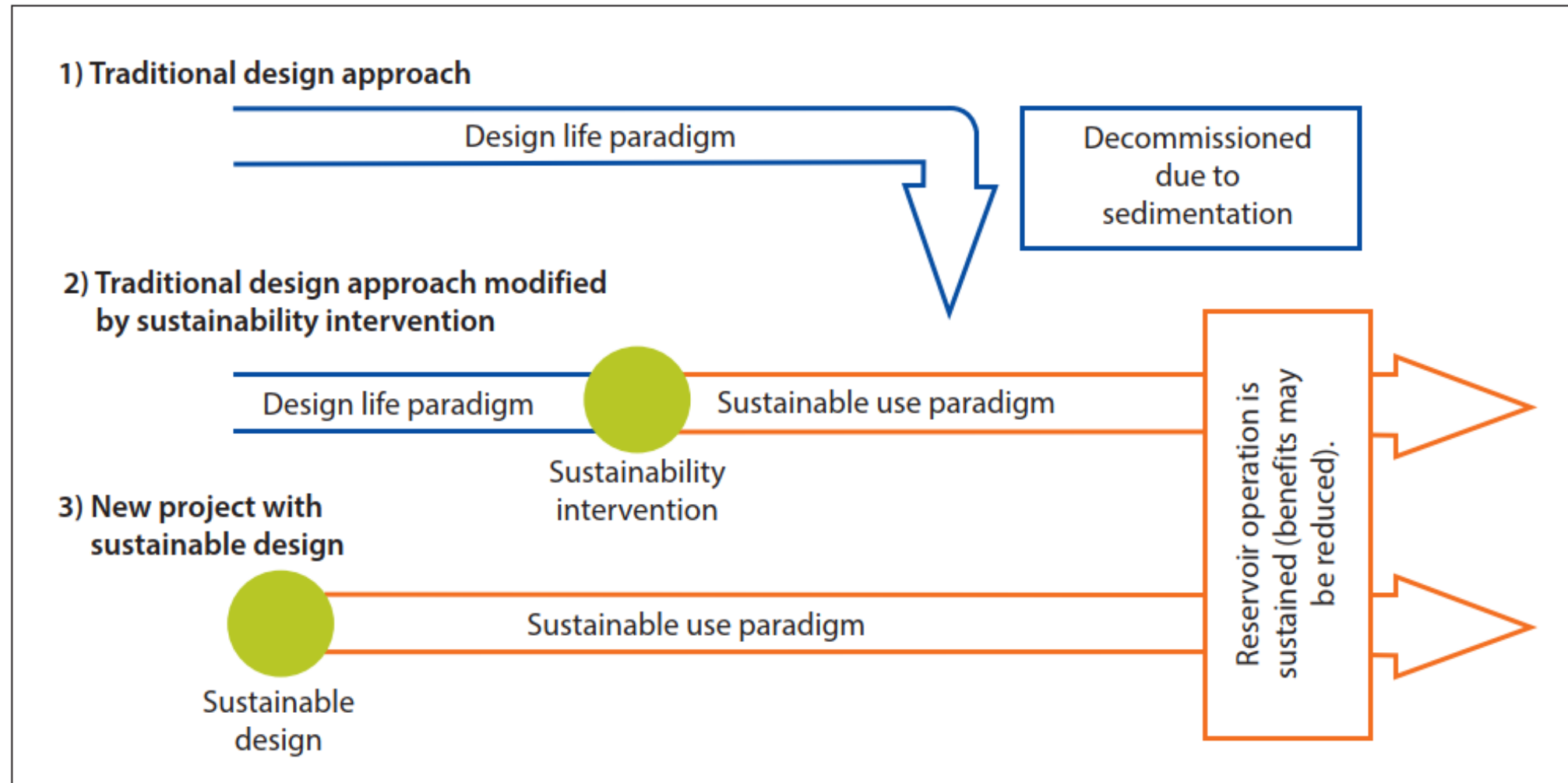
3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti



3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti

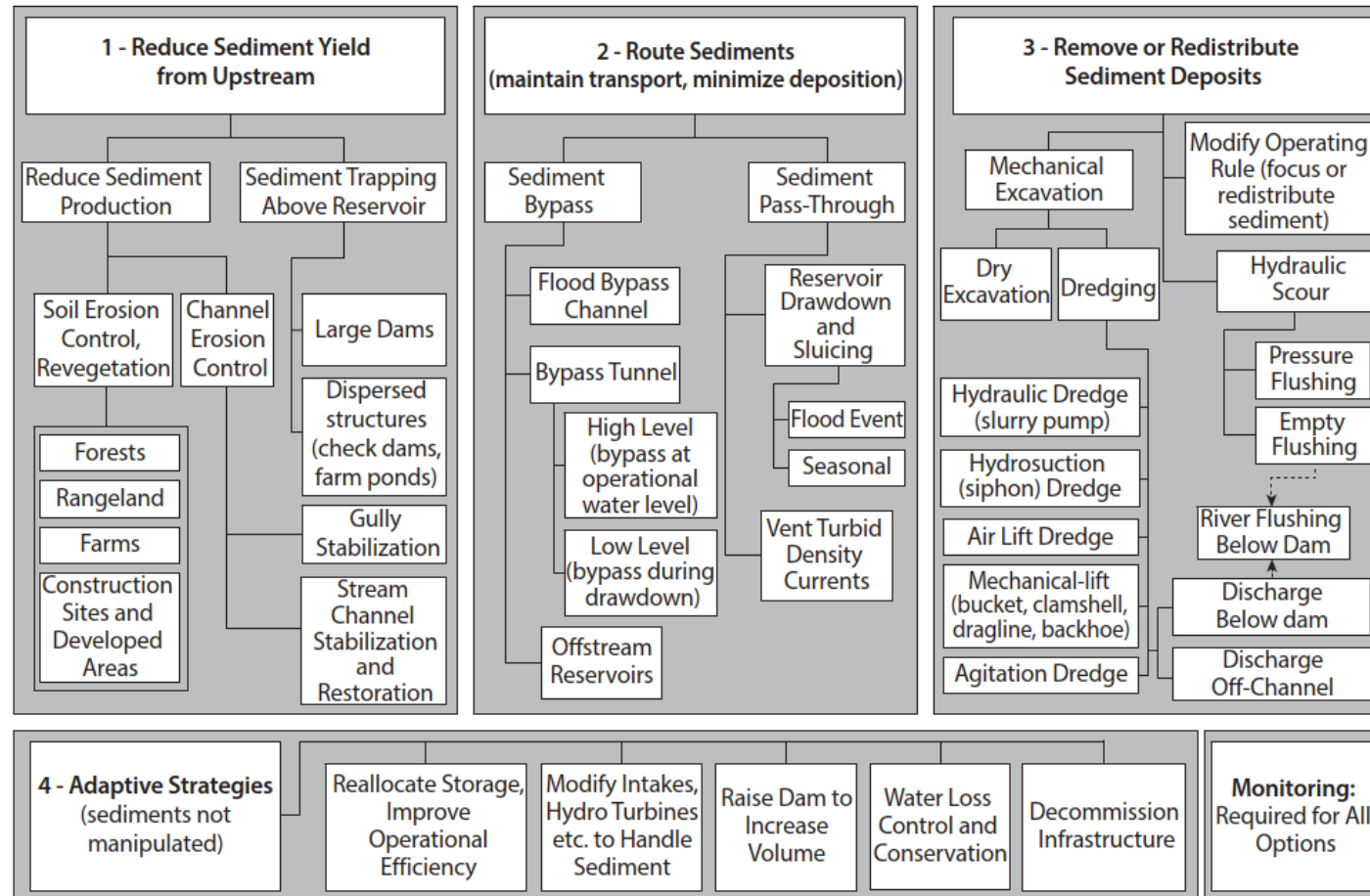


Figure 9.2 Contrasting Design Life and Sustainable Use Paradigms

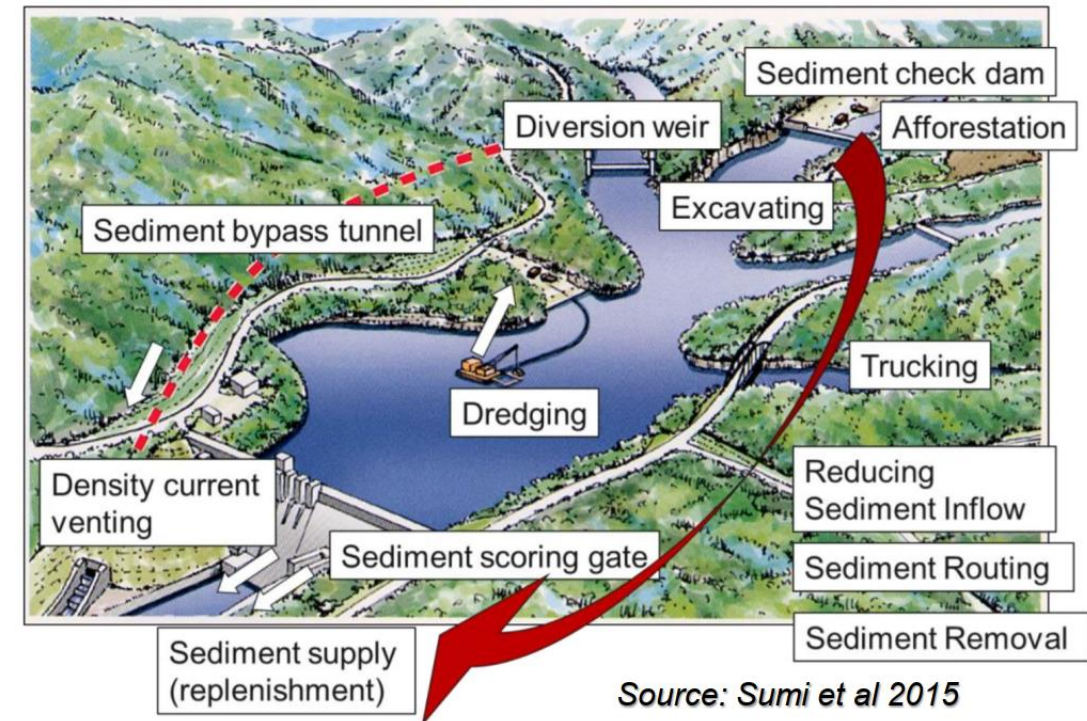


3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti

Figure 7.1 Classification of Sediment Management Alternatives



Source: Morris 2015.

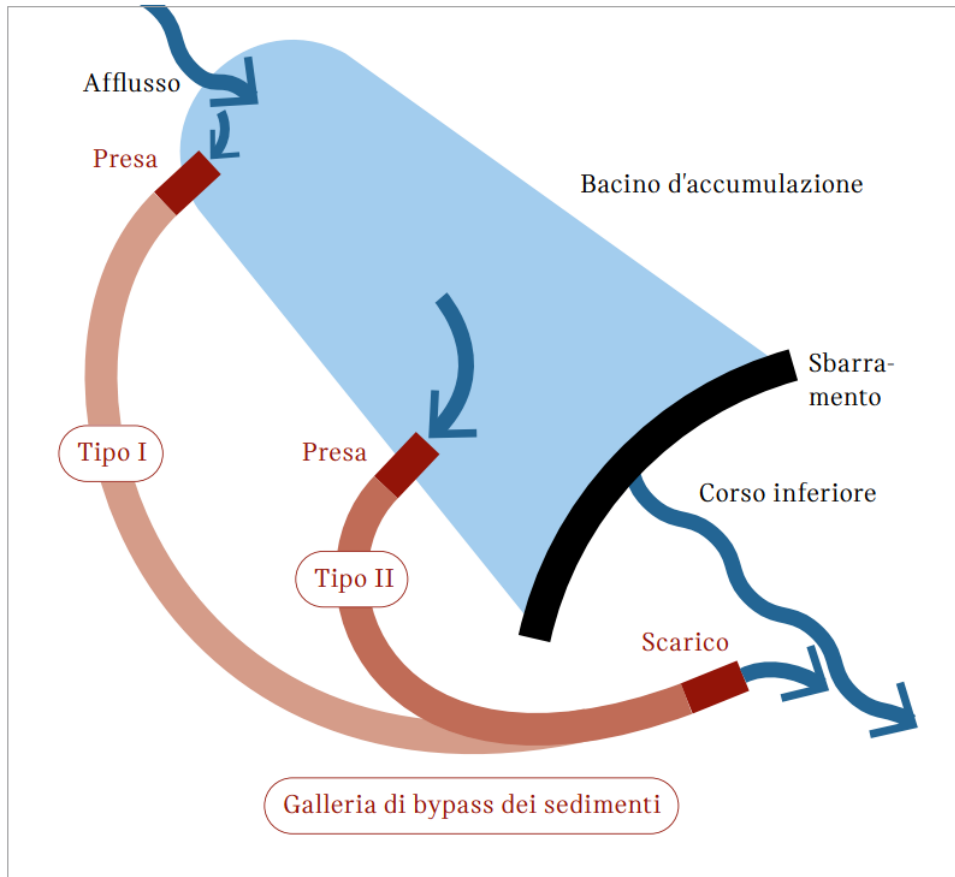


Source: Sumi et al 2015

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti



Rappresentazione schematica del funzionamento di un galleria di bypass dei sedimenti. L'acqua e i sedimenti trasportati nel bacino artificiale sono convogliati dalla galleria e restituiti al fiume a valle della diga.



Galleria di bypass sedimenti

Tipo I

L'opera di presa è situata sull'immissario al limite superiore dell'invaso, funzionamento in condizioni normali

Tipo II

L'opera di presa è collocata per lo più in prossimità dello sbarramento e, di conseguenza, la lunghezza della galleria è inferiore. Inoltre l'opera di presa è sommersa e dal punto di vista idraulico predomina il deflusso in pressione. Richiede un parziale svaso

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti

*Gallerie di bypass dei sedimenti in Svizzera; il tipo di galleria è schematizzato nella figura 2. *In funzione del livello dell'acqua del bacino.*

| Denominazione | Centrale idroelettrica | Tipo di galleria | Corso d'acqua | Gestore |
|---------------------------------------|------------------------|------------------|-----------------|--|
| Egschi | Rabiusa-Realta | II | Rein da Sumvitg | Kraftwerke Zervreila AG |
| Bacino di compensazione Hintersand | Linth-Limmern | I | Sandbach | Kraftwerke Linth-Limmern AG Axpo Hydroenergie |
| Palagnedra | Verbano | I/II* | Melezza | OFIMA SA |
| Pfaffensprung | Amsteg | I | Reuss | SBB AG – Infrastruktur Energie |
| Rempen | Siebnen | I | Wägitaler Aa | Axpo/ewz – AG Kraftwerk Wägital |
| Runcahez | Tavanasa | I | Rein da Sumvitg | Axpo – Hydro Surselva AG |
| Sera | Gondo | I | Grosses Wasser | Alpiq HYDRO Exploitation SA |
| Solis | Rothenbrunnen/Sils | II | Albula | ewz |
| Val d'Ambra | Nuova Biaschina | I | Rierna | Azienda Elettrica Ticinese |
| Ual da Mulin | Bargaus | I | Ual Draus | Flims Electric AG |

Fonte: Müller-Hagmann 2017

3. Ambiente come utente delle risorse idriche - Gestione dei sedimenti

Rappresentazione schematica di una galleria di bypass dei sedimenti (a sinistra). Struttura di scarico della galleria di bypass presso l'impianto di accumulazione Solis nel fiume Albula (GR; a destra); l'immagine è stata ripresa il 23.05.2014 durante il suo secondo funzionamento in presenza di una piena.



Foto: Michelle Müller-Hagmann, VAW

Il **cambiamento climatico** sta modificando non solo gli apporti alle centrali elettriche, ma anche i loro **scopi**:

- maggiore flessibilità
- stoccaggio acqua in eccesso
- protezione dai pericoli naturali

Possibili soluzioni

- Aumento efficienza
- Nuove strategie di gestione
- Nuovi serbatoi in siti precedentemente non sfruttati



4. Cambiamenti climatici - Protezione contro le piene



Esempio

Diga di Mattmark (CH)

- Costruzione 1958-1966
- Volume utile 100 mio m³
- **Scopo originario:** esclusiva produzione di energia elettrica (649 GWh/a di cui 298 in inverno)
- Nel **2001**, la diga di Mattmark è stata **convertita in un serbatoio multifunzionale** per proteggere la sottostante Valle di Saas e la Valle del Rodano, sulla base dei risultati delle inondazioni degli anni 1990.
- Il cantone del Vallese **indennizza il gestore per la messa a disposizione un volume di ritenzione delle piene di 3,6 milioni di m³.**



© Kanton Wallis

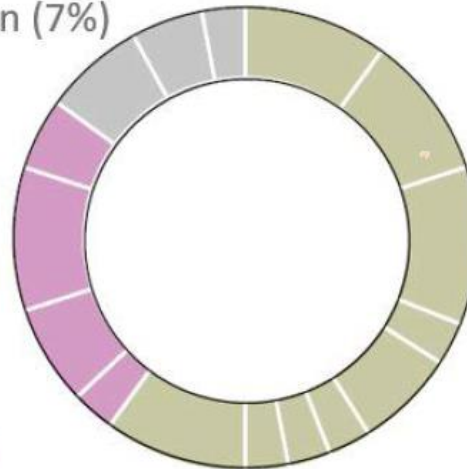
4. Cambiamenti climatici - Potenziali nuovi serbatoi



Ponderazione dei **criteri** per siti potenziali nella regione alpina svizzera **per nuovi impianti idroelettrici** nelle aree di ritiro dei ghiacciai

SOCIETY (15%)

- Degree of protection (7%)
- Land use (5%)
- Tourism (3%)



ENVIRONMENT (25%)

- Visibility from settlements (3%)
- Environmental flow (7%)
- Sediment continuity (10%)
- Hydro- and Thermopeaking (5%)

ECONOMY (60%)

- Installed capacity (10%)
- Annual electricity production (10%)
- Investment costs (11%)
- Evolution of annual runoff (3%)
- Reservoir sedimentation (7%)
- Earthquake vulnerability (3%)
- Impulse wave vulnerability (3%)
- Flood protection (3%)
- Flexibility and storage capacity (10%)

Ehrbar, D. (2018). Hydropower potential and reservoir sedimentation in the periglacial environment under climate change. VAW-Mitteilung 248 (R. Boes, ed.), Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology, ETH Zurich

4. Cambiamenti climatici - Nuovo serbatoio Trift (CH)

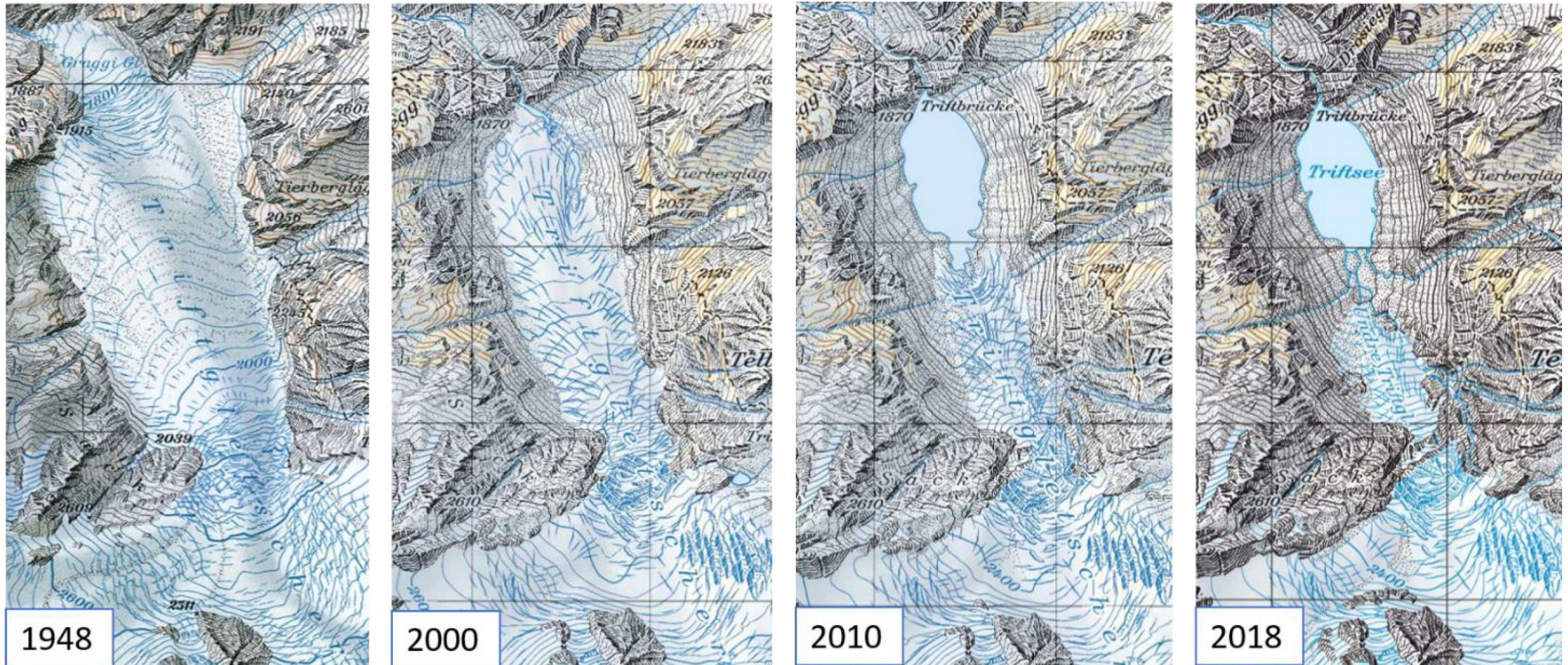
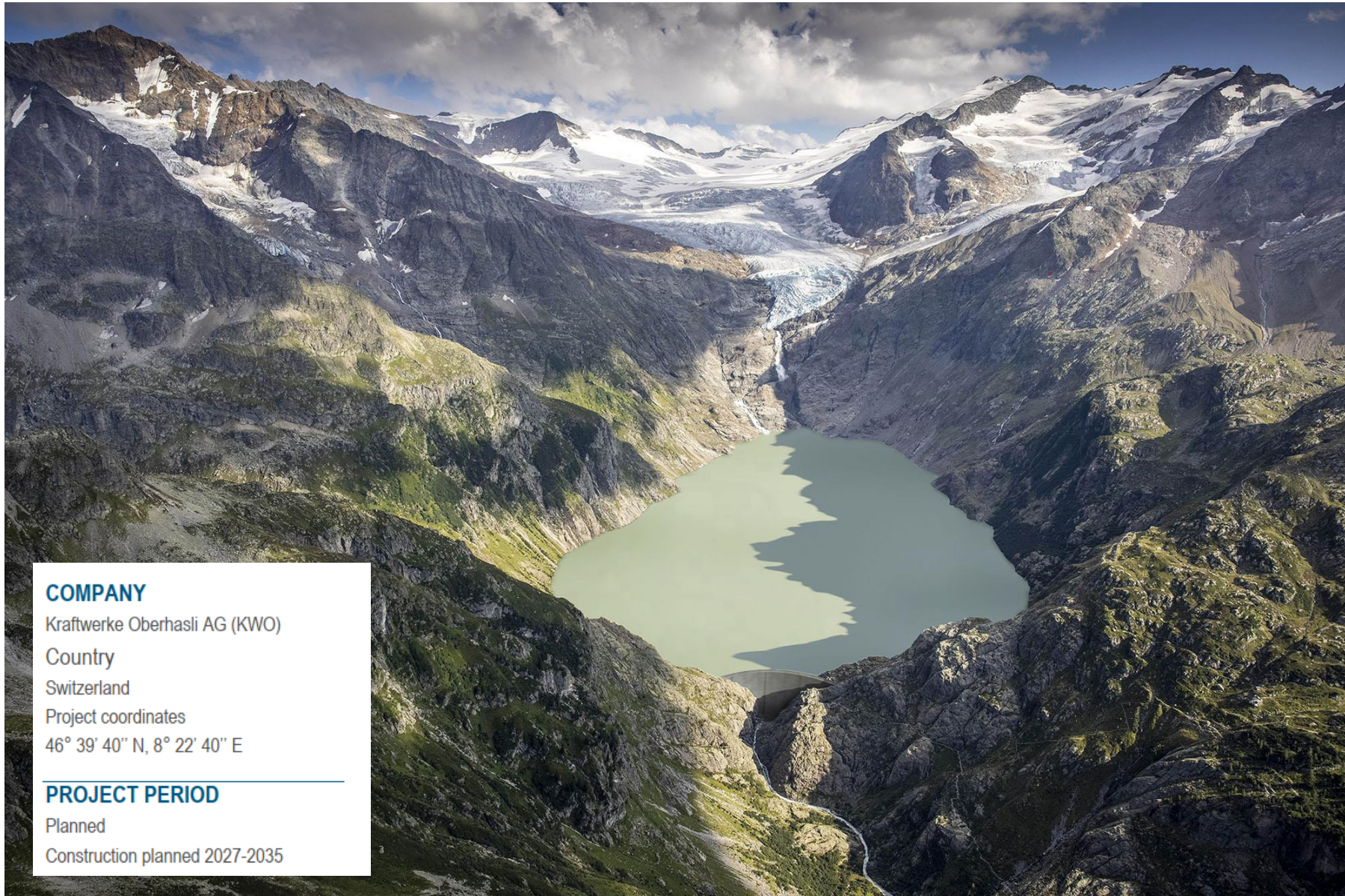


Figure 3 Retreat of the Trift Glacier in the last 70 years © swisstopo

4. Cambiamenti climatici - Nuovo serbatoio Trift (CH)



COMPANY

Kraftwerke Oberhasli AG (KWO)

Country

Switzerland

Project coordinates

46° 39' 40" N, 8° 22' 40" E

PROJECT PERIOD

Planned

Construction planned 2027-2035

5. Squilibrio nella rete energetica nazionale italiana

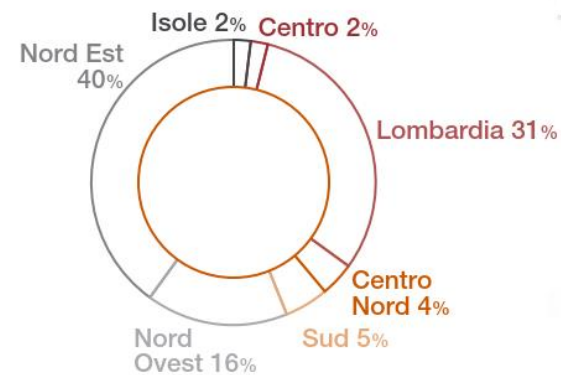


FIGURA 52 Aree con maggiore criticità per la sicurezza sulla rete primaria a 380-220 kV

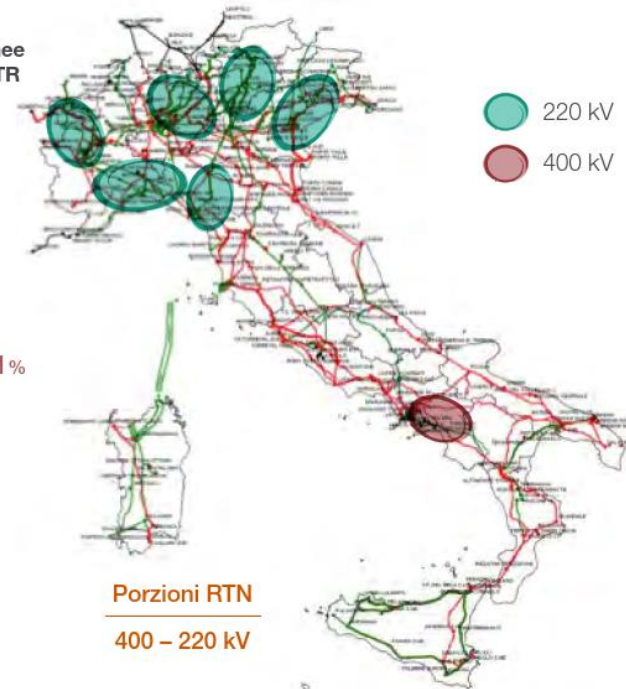
Simulazioni di rete: Lug-2019/Giu-2020

% Sovraccarico > 20% corrente nominale in (n-1) per linee

% Sovraccarico > 10% corrente nominale in (n-1) per ATR



© Piano di sviluppo Terna 2021



La versatilità del settore idroelettrico può e deve essere sfruttata meglio

Interventi di rinnovo, potenziamento e nuovi impianti idroelettrici devono tenere conto delle fonti di energia rinnovabile più variabile (eolica, solare, ...) presenti localmente sul territorio

→ Si deve evitare il rischio di zone eccessiva (o scarsa) concentrazione di impianti di produzione

6. Note di Riflessione GdL ITCOLD

Concept papers «Dighe esistenti e usi multipli»



“Emersione del Multiuso”

“Sostenibilità invasi (sedimentazione)”

“Sinergia tra rinnovabili” Invasi esistenti, nuovi impianti di pompaggio.

“Interconnessione invasi”

Le note:

- illustrano il tema,
- delineano una visione-obiettivo di cambiamento dello status quo,
- elencano i problemi da risolvere,
- illustrano i benefici ottenibili.

Propongono alcune linee di azione su temi prioritari per il raggiungimento degli obiettivi.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE,

Ing. Andrea Balestra

Lombardi Eng. Ltd.

Telefono +41 91 735 31 00

E-mail andrea.balestra@lombardi.group