

Gestione dei sedimenti degli invasi ed effetti sui corpi idrici

Clara Bravi
Regione Lombardia

Giornate di Studio CISBA
Indici e Indicatori per le valutazioni di impatto negli ecosistemi fluviali
Napoli, 12 aprile 2018



**Regione
Lombardia**

Indice

Gestione dei sedimenti degli invasi:

- Perché serve
- Quali strumenti abbiamo a disposizione
- Operazioni previste dal progetto di gestione

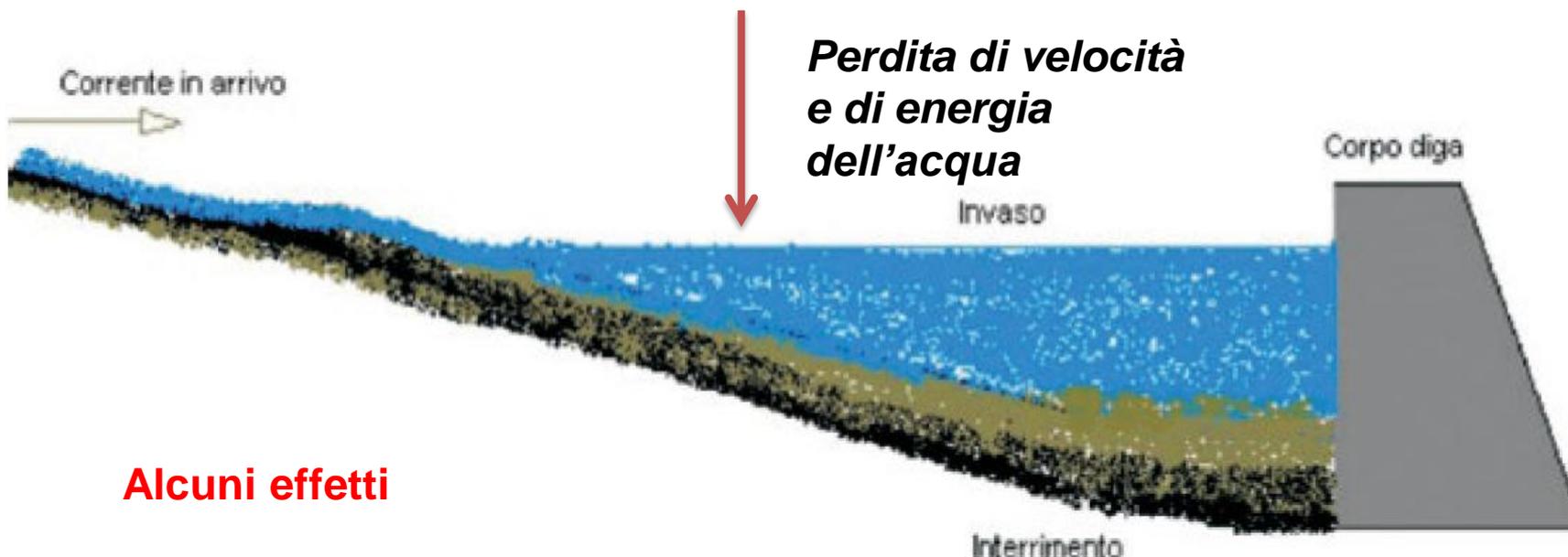
Effetti sull'ecosistema dei corpi idrici

- Componente abiotica
- Componente biotica

... e la qualità dei sedimenti?



Perché rimuovere i sedimenti depositati negli invasi? Cos'è l'interrimento?



Alcuni effetti

- **Riduzione della capacità di invaso**
- Problemi di **gestione degli organi di scarico e di presa**, occlusione → problemi di **sicurezza** e di **funzionamento dell'impianto**
- Spinta dei materiali solidi accumulati contro il paramento di monte e conseguente **aumento delle sollecitazioni sulla diga**
- Modifica del **bilancio dei sedimenti** a valle della diga
- **Effetti negativi sulla qualità dei corpi idrici**

PARLANDO DI EFFETTI.....



Il progetto di gestione

Strumento di pianificazione ed attuazione delle **operazioni di gestione del materiale sedimentato** nell'invaso (svaso, sfangamento/sghiaimento e spurgo), **predisposto dal gestore** dello sbarramento ed **approvato dalla Regione**.

Obiettivi:

Recupero della **capacità di invaso** (→ **volume utile di regolazione**);
sicurezza dello sbarramento

Salvaguardia della **qualità dell'acqua** invasata e del corpo recettore.

Definisce:

il quadro delle operazioni di gestione dell'interrimento

le misure di prevenzione e **tutela** del corpo ricettore, dell'**ecosistema** acquatico, delle attività di pesca e delle **risorse idriche**.

Le manovre di gestione dei sedimenti non devono pregiudicare gli usi in atto a valle dell'invaso, né gli **obiettivi di qualità ambientale**.

Normativa di riferimento

STATO

- D Lgs 152/2006 Norme in materia ambientale, art. 114 → progetto di gestione: principi generali, presentazione e approvazione.
- DM 30/06/2004 → assoggettamento, contenuti dei progetti di gestione, compiti delle regioni.

DISTRETTO IDROGRAFICO

- Piano di gestione distrettuale

REGIONE

- Piano di tutela acque
- Normativa o direttive tecniche sui progetti di gestione (non tutte le regioni ne sono dotate) → assoggettamento dighe di competenza regionale, piano di monitoraggio, concentrazioni limite da non superare nelle acque, coordinamento operazioni incidenti sugli stessi corpi idrici.

Normativa di riferimento

STATO

- D Lgs 152/2006 Norme in materia ambientale, art. 114 → progetto di gestione: principi generali, presentazione e approvazione.
- DM 30/06/2004 → assoggettamento, contenuti dei progetti di gestione, compiti delle regioni.

DISTRETTO IDROGRAFICO

- Piano di gestione distrettuale

REGIONE

Lombardia

Programma di Tutela e Uso delle Acque (DGR 6990/2017)

Direttive Tecniche per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei progetti di gestione degli invasi (DGR 5736/2016)

SVASO

svuotamento totale o parziale dell'invaso mediante l'apertura degli organi di scarico o degli organi di scarico e presa

SFANGAMENTO/ SGHIAIAMENTO

operazione per rimuovere il materiale sedimentato nel serbatoio





SPURGO - FLUITAZIONE

operazione di sfangamento che fa esitare a valle, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso gli organi di scarico, o, eventualmente, di presa, il materiale solido sedimentato

The image shows a wide, rocky riverbed with a dam structure on the right and a waterfall on the left. The riverbed is filled with dark, layered rocks and sediment. The dam is a concrete structure with a metal railing on top. The waterfall is a large, white, turbulent flow of water cascading down the left side of the riverbed. The overall scene is a rugged, mountainous landscape.

SVASO

Nonostante si tratti di uno «svaso», durante le operazioni è stato comunque impossibile impedire un consistente trascinamento di sedimento a valle dello sbarramento

Effetti del rilascio di sedimenti sugli ecosistemi dei corpi idrici a valle della diga

Componente ABIOTICA

- Quantità e qualità delle acque
- Deposizione di sedimenti

Componente BIOTICA

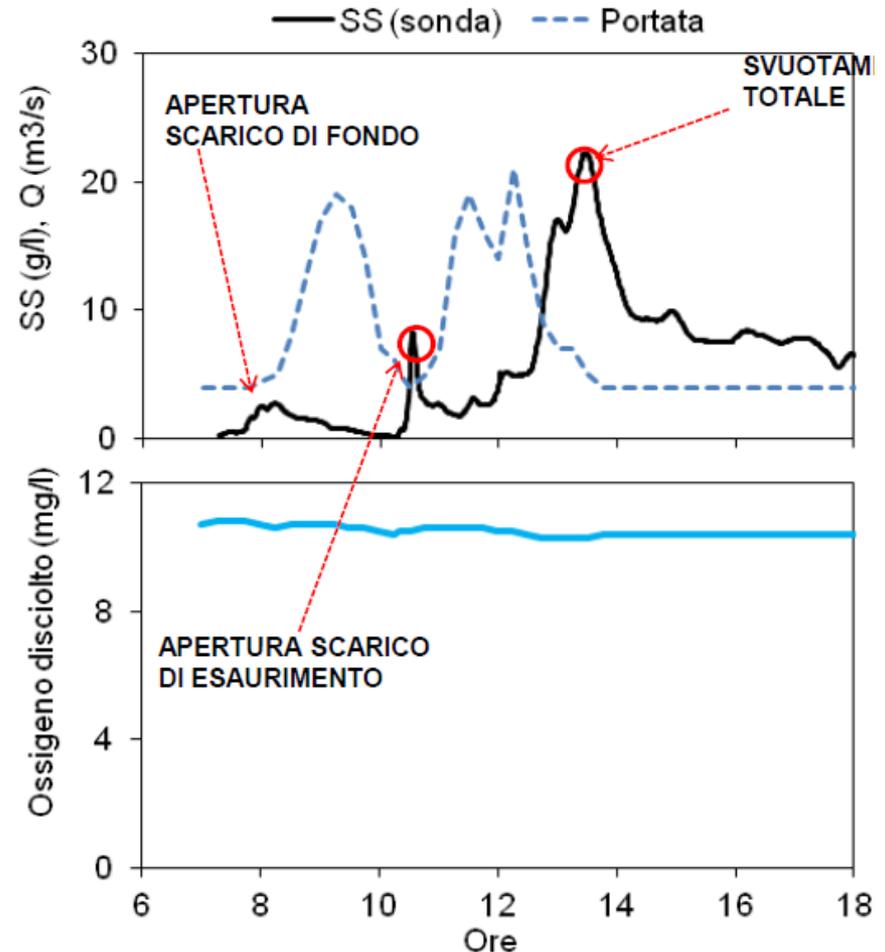
- Impatto sulle comunità biologiche (effetto fisico, chimico, ecotossicologico)



Qualità e quantità delle acque

- Aumento torbidità e concentrazione dei solidi sospesi e sedimentabili
- Variazione di portata
- Diminuzione ossigeno disciolto
- Variazione altri parametri (es. ammoniaca, pH)
- Incremento concentrazione inquinanti specifici

Effetti rilevabili solo durante le operazioni



Qualità e quantità delle acque - Direttive tecniche

Modalità di monitoraggio durante le operazioni

Parametri obbligatori

- Solidi sospesi, sedimentabili, torbidità
- Portate
- Ossigeno disciolto
- Parametri chimico-fisici di base (pH, T, Conducibilità)

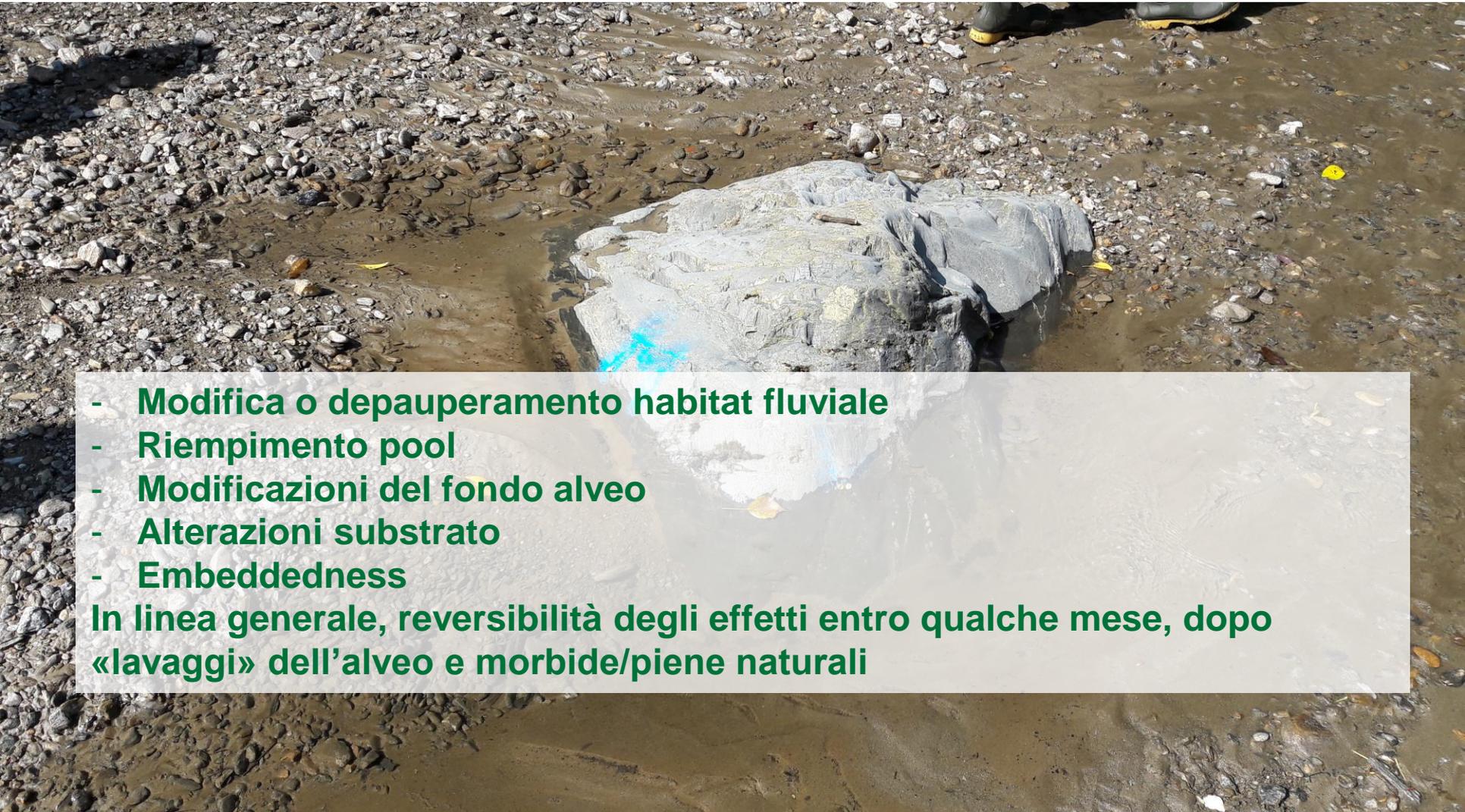
Parametri opzionali

- Ammoniaca
- Altri inquinanti specifici

Esempi di mitigazioni

- Diluizioni
- Gradualità nelle operazioni di svaso
- Evitare svassi durante periodi di stratificazione termica delle acque invasate
- Controllo fenomeni ruscellamento a invaso vuoto (creazione di ture o bypass)

Deposizione di sedimento



- **Modifica o depauperamento habitat fluviale**
- **Riempimento pool**
- **Modificazioni del fondo alveo**
- **Alterazioni substrato**
- **Embeddedness**

In linea generale, reversibilità degli effetti entro qualche mese, dopo «lavaggi» dell'alveo e morbide/piene naturali

Deposizione di sedimento - Direttive tecniche

Modalità di monitoraggio

Parametro obbligatorio

Metodi qualitativi o quantitativi che consentano di misurare gli effetti:

- modificazioni del fondo alveo
- alterazioni del substrato
- alterazioni dell'habitat disponibile

Tempistica

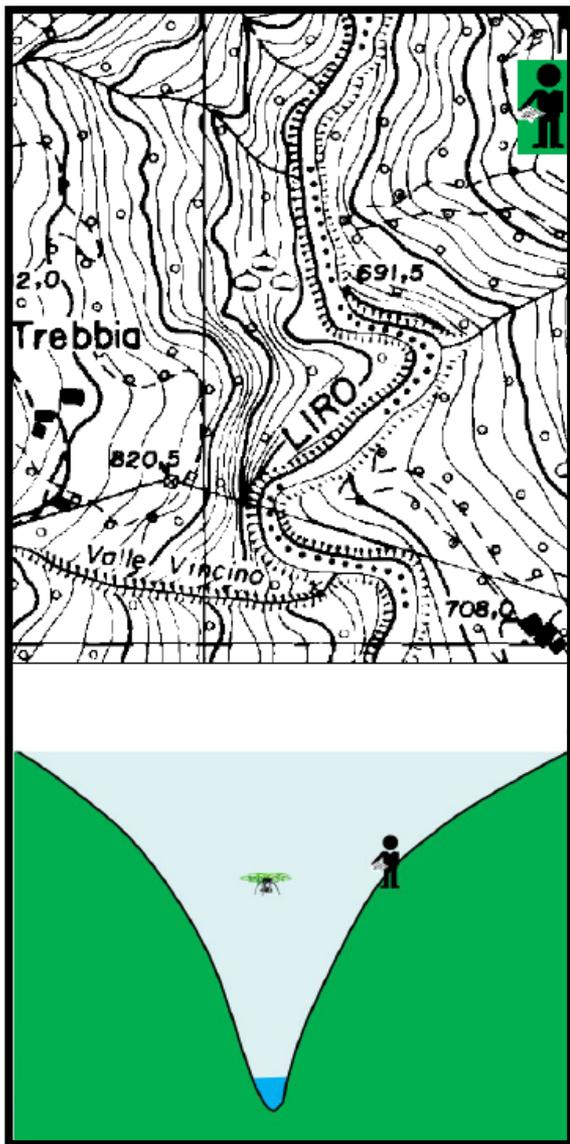
- Prima delle operazioni
- Immediatamente dopo il termine delle operazioni e successivamente ai lavaggi
- Dopo 6 mesi/dopo eventi di piena

Esempi di mitigazioni

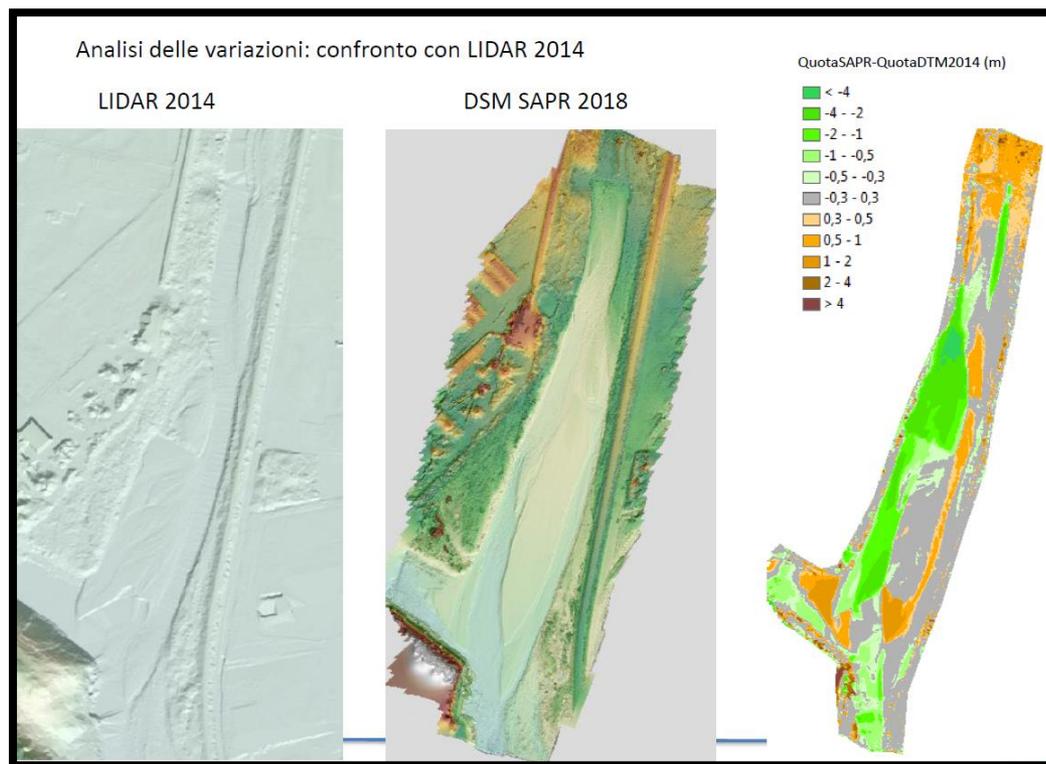
- No fluitazioni in magra
- «lavaggio» alveo al termine delle operazioni



Flash – il ruolo dei droni



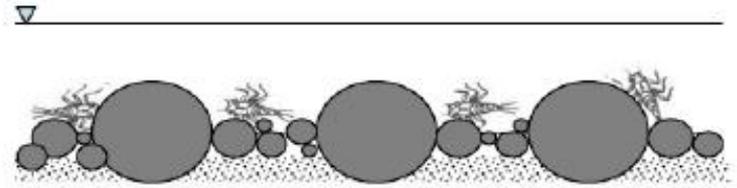
Supporto nella valutazione degli effetti, soprattutto in condizioni di scarsa accessibilità o quando sono necessarie valutazioni quantitative molto specifiche
Sperimentazioni ARPA Lombardia



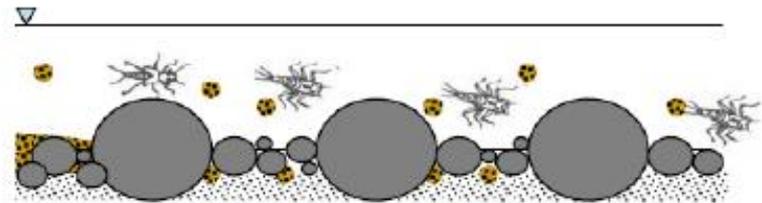
Impatto sulle comunità biologiche

- Riduzione di visibilità
- Aumento del drift
- Riduzione risorse alimentari
- Abrasione e occlusione
- Stress fisiologico, effetti patogeni
- Lesioni
- Morte
- Perdita di habitat

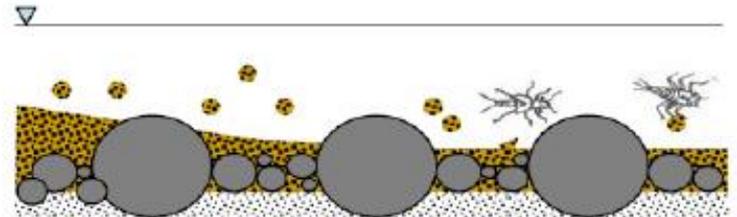
a Pre-flushing



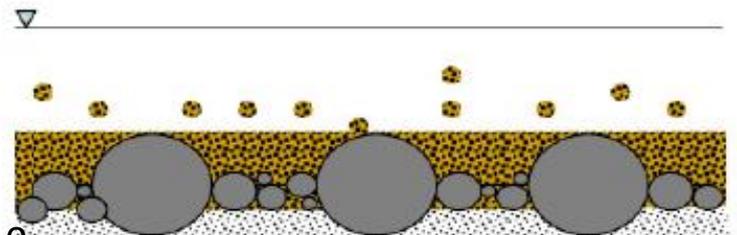
b Arriving first bed load pulse



c Accumulation of sediment



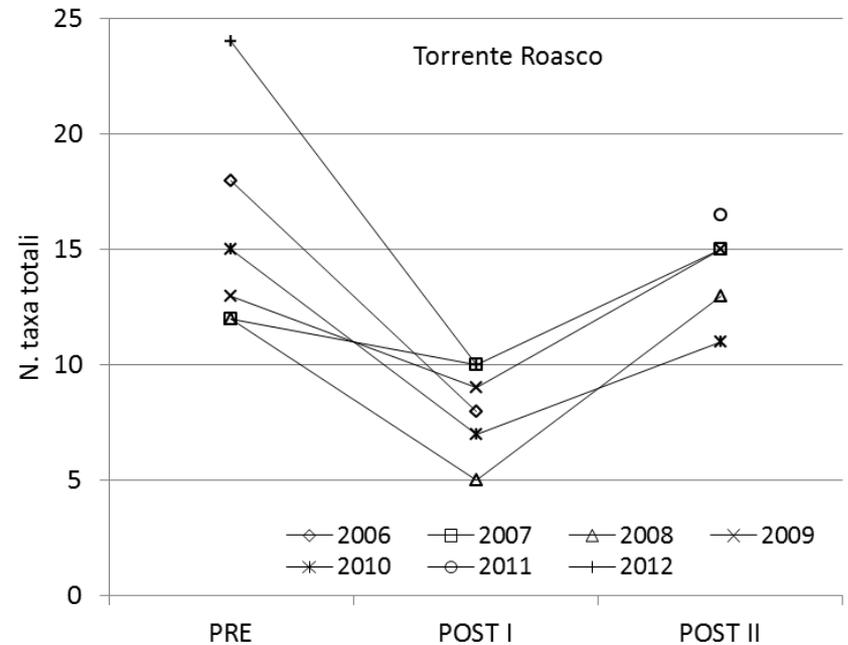
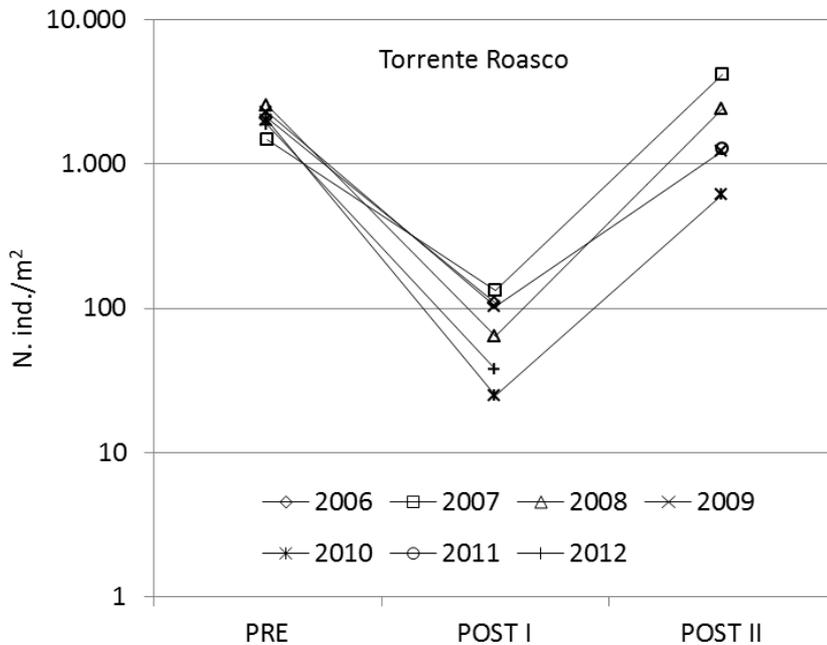
d Veneer deposition on substrate



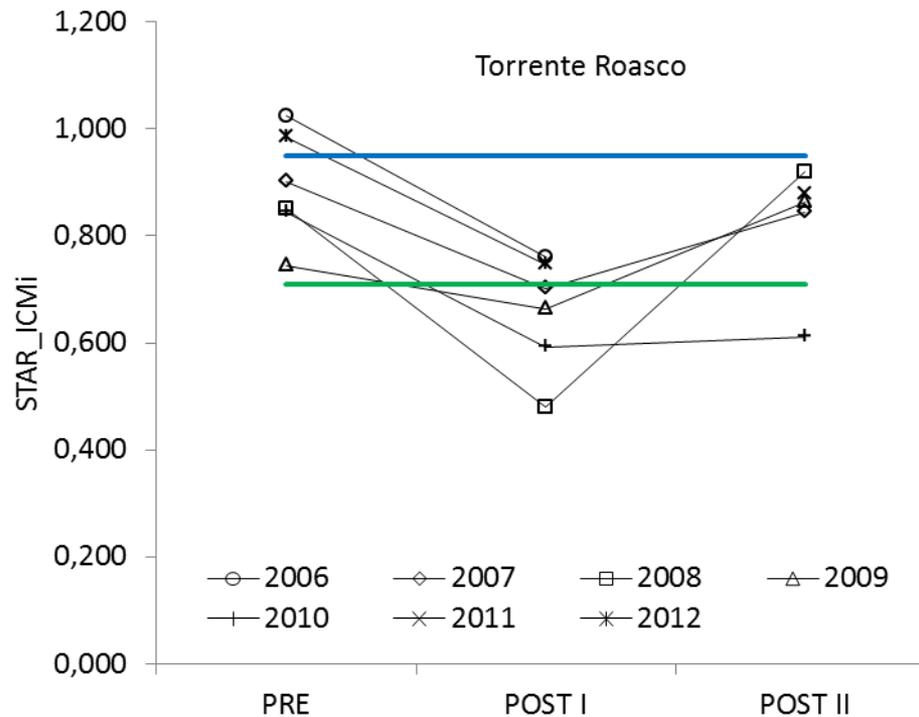
Da: Gomi et al, 2010

Macroinvertebrati bentonici

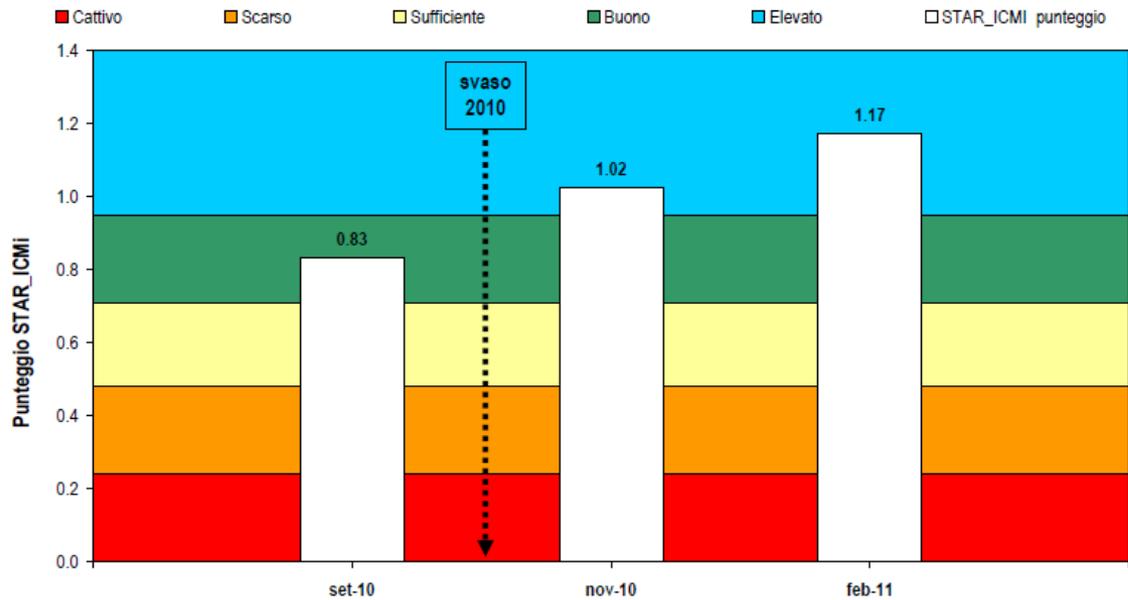
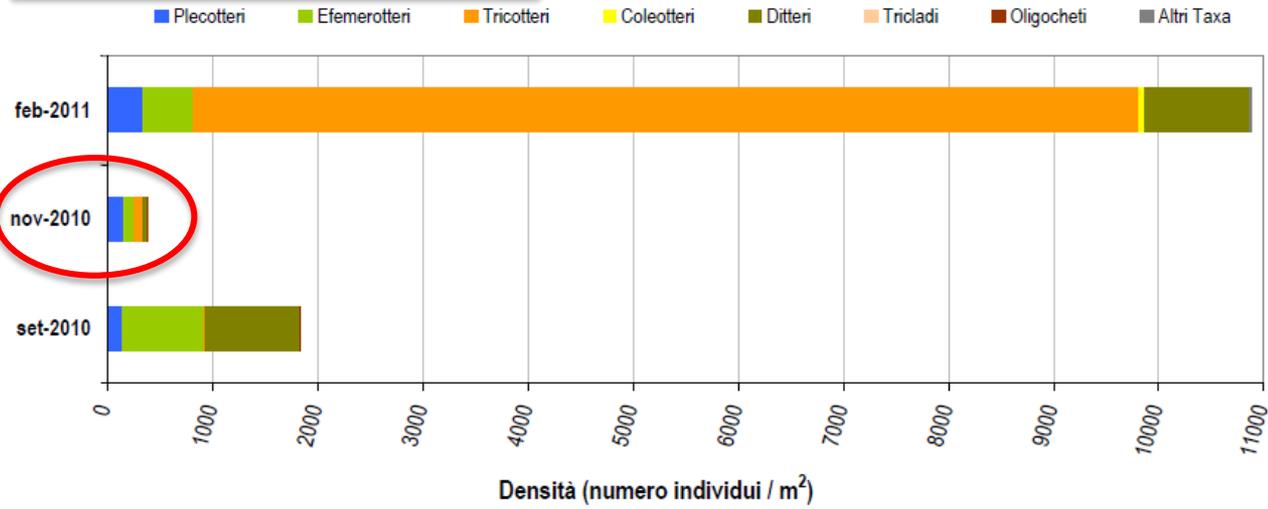
- Riduzione quantitativa del numero di individui e dei taxa
- Tempi di recupero: se l'alveo viene «ripulito», dai 3 ai 6 mesi (previsto 1 anno di monitoraggio per valutare le variazioni stagionali)



Effetti rilevati con STAR_ICMi

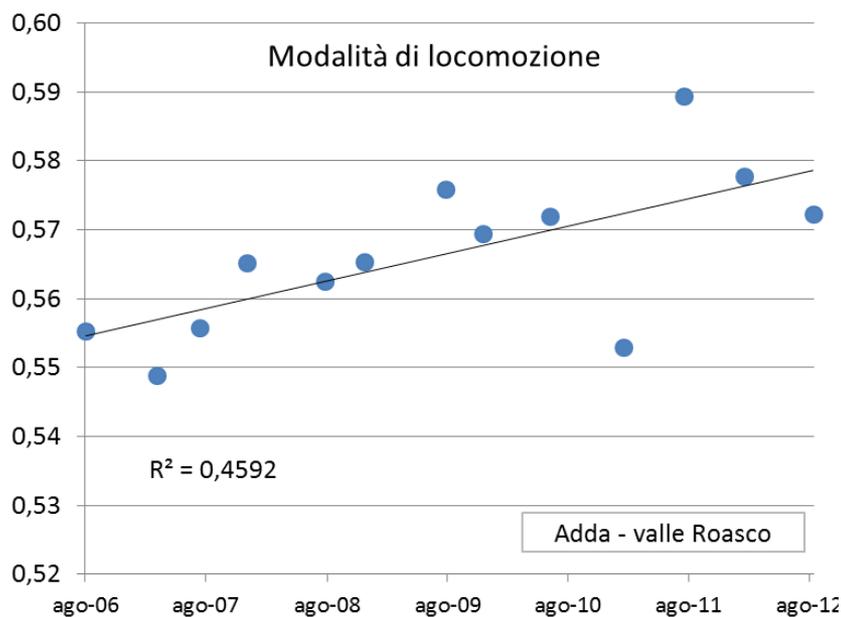


Macroinvertebrati

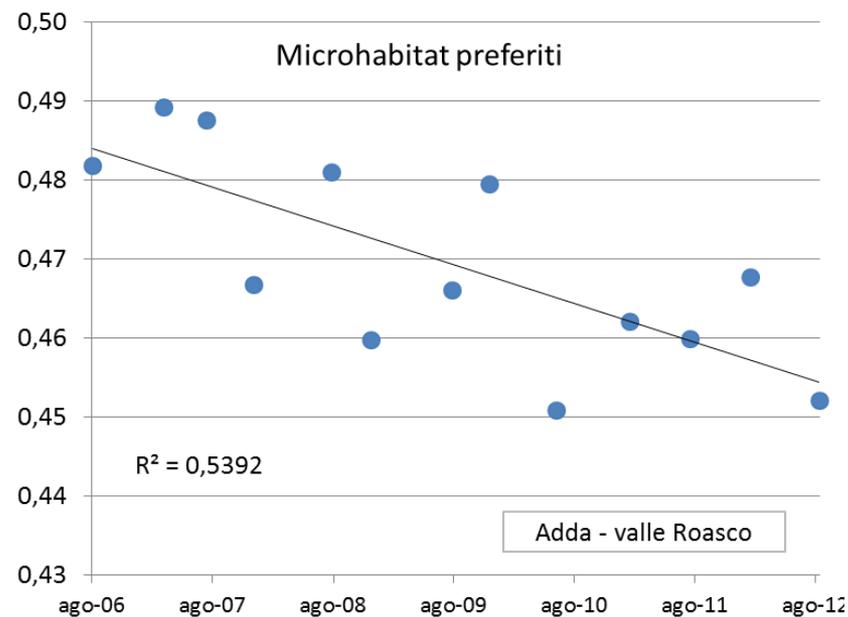


Approfondimenti ARPA Lombardia (2014)

Sono stati considerati 11 tratti biologici e 11 tratti ecologici codificati da Tachet *et al.* (2010) per gli svassi di Valgrosina e Cancano (SO)



Si osserva il passaggio da una comunità in cui tendono a prevalere organismi che si muovono sul substrato verso una comunità in cui tendono a prevalere organismi che si infossano nel substrato



Parallelamente si osserva la tendenza all'affermazione di organismi che prediligono i substrati sabbiosi rispetto a quelli limosi.

Approfondimenti 2016 RL-ARPA-IRSA CNR-Prothea

Quesiti minimi:

- le operazioni di svaso influenzano lo stato ecologico (sensu WFD)?
- gli indicatori oggi in uso (in particolare lo STAR_ICMi) possono offrire una lettura sufficiente degli impatti degli svassi?
- è ipotizzabile, ad esempio, un'integrazione con nuove metriche dedicate?

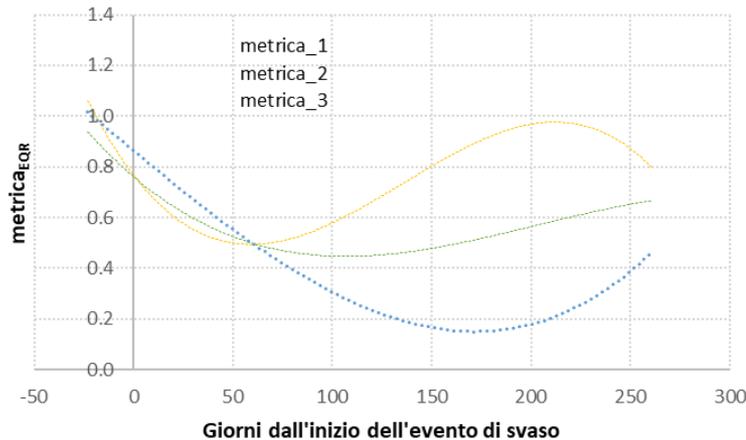
Analisi in corso:

affinamento della ponderazione delle metriche componenti lo STAR_ICMi

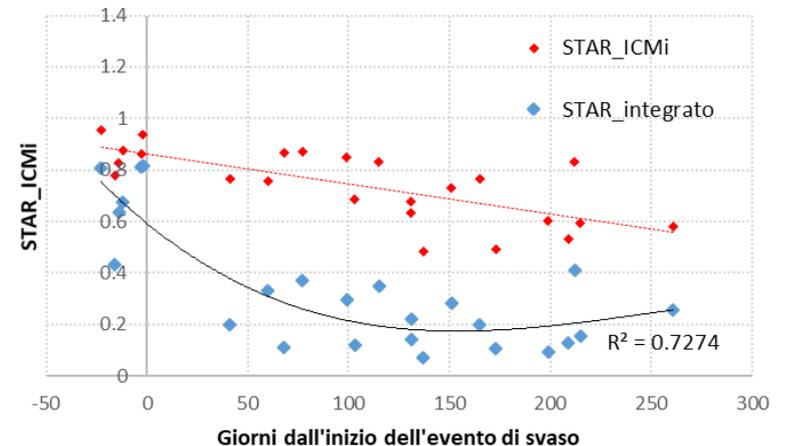
+

utilizzo di nuove informazioni & metriche aggiuntive dedicate (inquadramento concettuale e risultati analisi effettuate)

CI immediatamente a valle dell'invaso
Andamento delle metriche integrative



CI immediatamente a valle dell'invaso
Risposta complessiva agli eventi di svaso

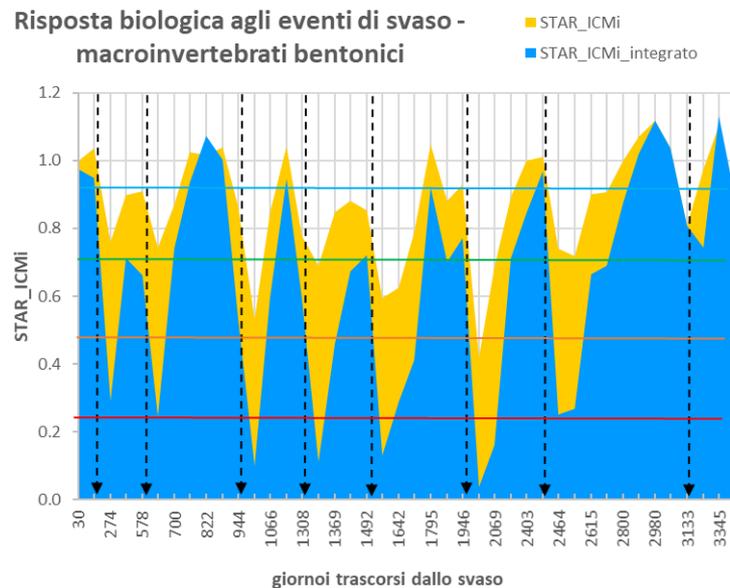


Approfondimenti 2016 RL-ARPA-IRSA CNR-Prothea

Altro CI a valle di invaso (Valtellina)
Classificazione sulla base dei
macroinvertebrati bentonici
(STAR_ICMi)

In figura:
Le frecce indicano più eventi successivi di
svaso
Giallo: STAR_ICMi (come da DM
260/2010)
Blu: STAR_ICMi integrato con nuova
informazione biologica (metriche
addizionali)

Il sistema di classificazione, rimodulato e integrato (aree azzurre), porta a evidenziare in modo netto, e molto più efficace dell'indice standard (aree in giallo, in secondo piano), gli effetti degli eventi di svaso sulle biocenosi bentoniche



Macroinvertebrati - Direttive tecniche

Modalità di monitoraggio

- Parametro obbligatorio
- Valutazione dello stato ecologico con STAR_ICMi (gestore dell'invaso); contestuale approfondimento di metriche impatto-specifiche (ARPA)

Tempistiche

- 1 mese prima delle operazioni
- 1 mese dopo + campionamenti successivi, stagionali
- 1 anno dopo le operazioni

Mitigazioni

- No fluitazioni in magra
- Frequenza operazioni compatibile con obiettivo qualità (→ compatibile con i tempi di recupero)
- «lavaggio» alveo al termine delle operazioni

Fauna ittica

Gli effetti dipendono da:

- Concentrazione (SST, Ossigeno, Ammoniaca, altro...)
- Durata dell'evento
- Specie coinvolte
- Periodo delle attività rispetto ai cicli biologici
- Capacità o possibilità di fuga



Fauna ittica - SST

Solidi sospesi totali:

Effetto dose-risposta

(Newcombe & MacDonald, 1991 –
Newcombe & Jensen, 1996)

SEV = Concentrazione X tempo di
esposizione

$$SEV = A + B \times \ln(ED) + C \times \ln(SSC)$$

SEV = effetti sulla comunità ittica

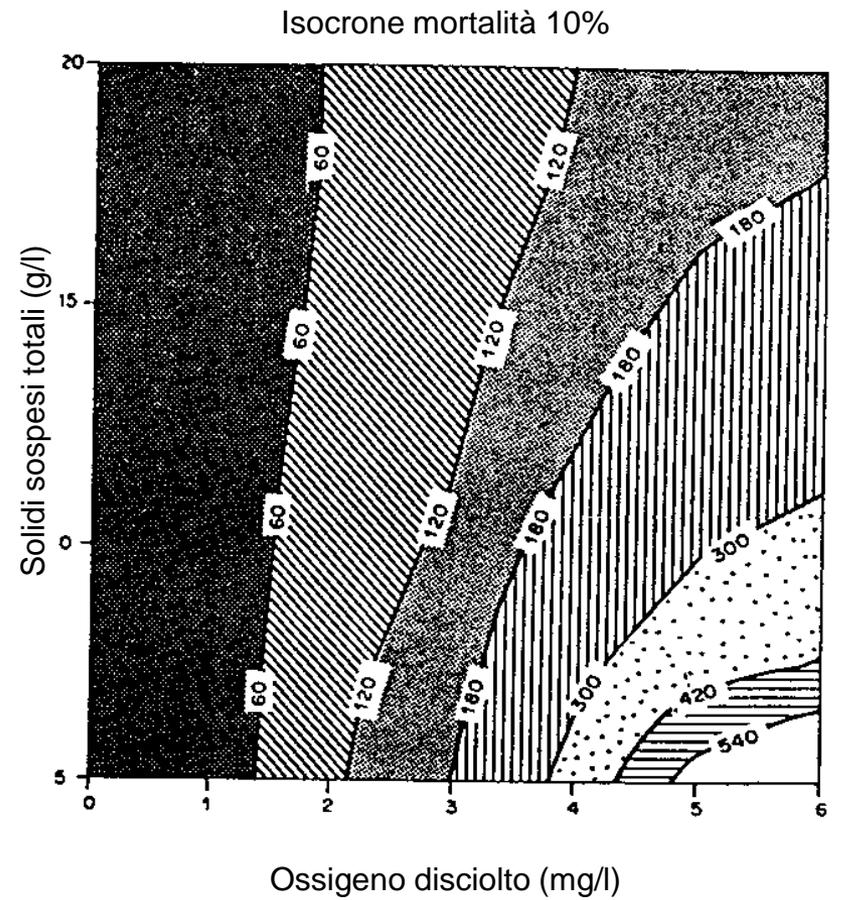
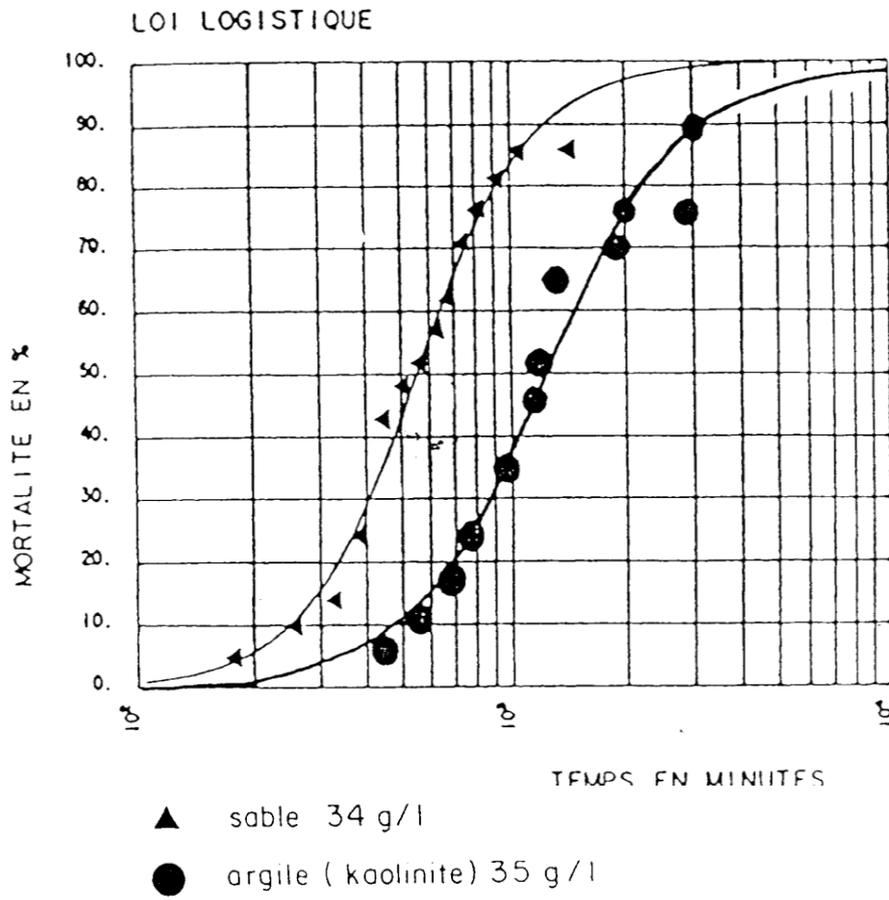
A, B, C = coefficienti di regressione

ED = durata di esposizione (ore)

SSC = concentrazione dei SS (mg/l)

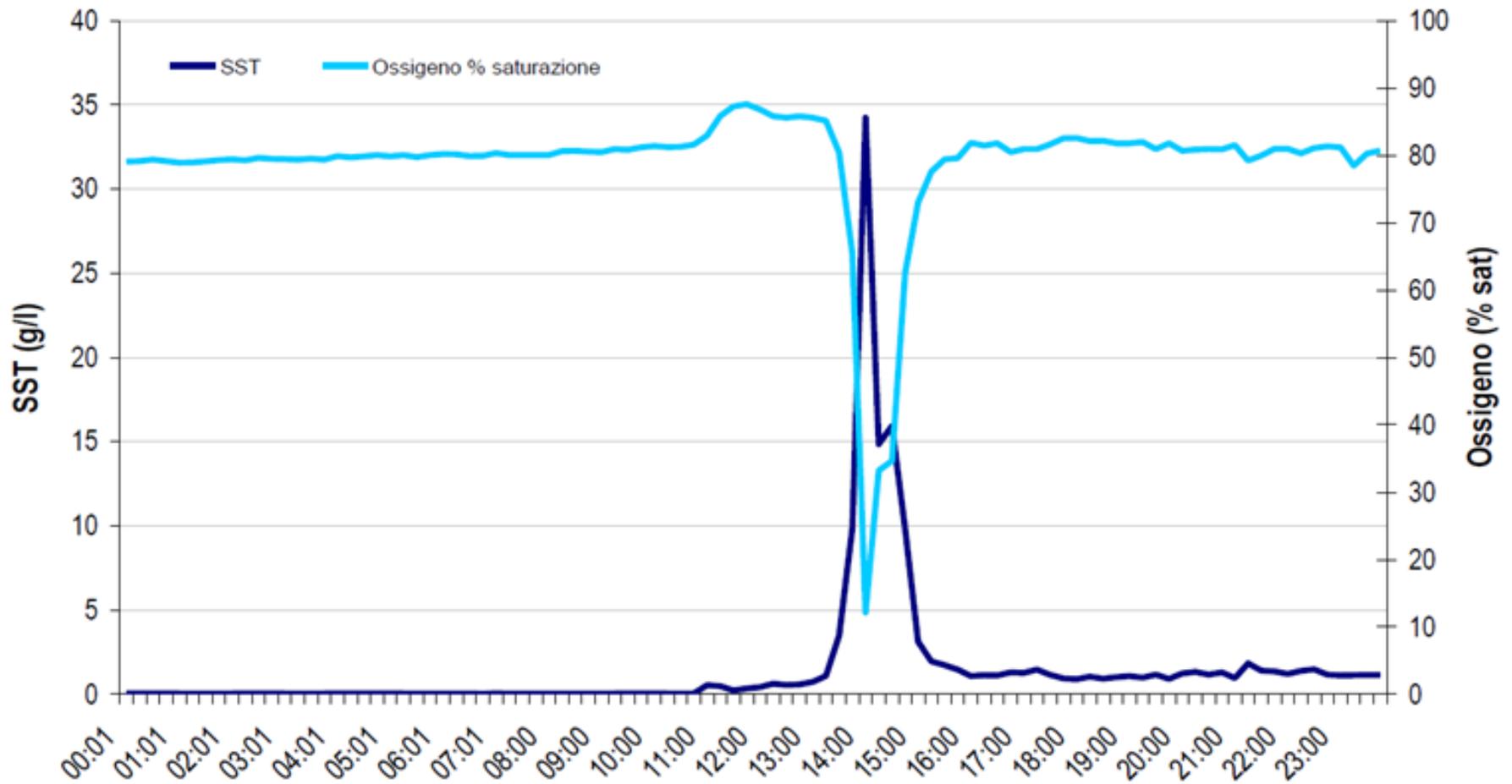
SEV	Description of effect [°]
Nil effect	
0	No behavioral effects
Behavioral effects	
1	Alarm reaction
2	Abandonment of cover
3	Avoidance response
Sublethal effects	
4	Short-term reduction in feeding rates; short-term reduction in feeding success
5	Minor physiological stress; increase in rate of coughing; increased respiration rate
6	Moderate physiological stress
7	Moderate habitat degradation; impaired homing
8	Indications of major physiological stress; long-term reduction in feeding rate; long-term reduction in feeding success; poor condition
Lethal and para-lethal effects	
9	Reduced growth rate; delayed hatching; reduced fish density
10	0-20% mortality; increased predation; moderate to severe habitat degradation
11	>20-40% mortality
12	>40-60% mortality
13	>60-80% mortality
14	>80-100% mortality

Fauna ittica – Effetti della dimensione delle particelle sospese e della diminuzione di Ossigeno disciolto

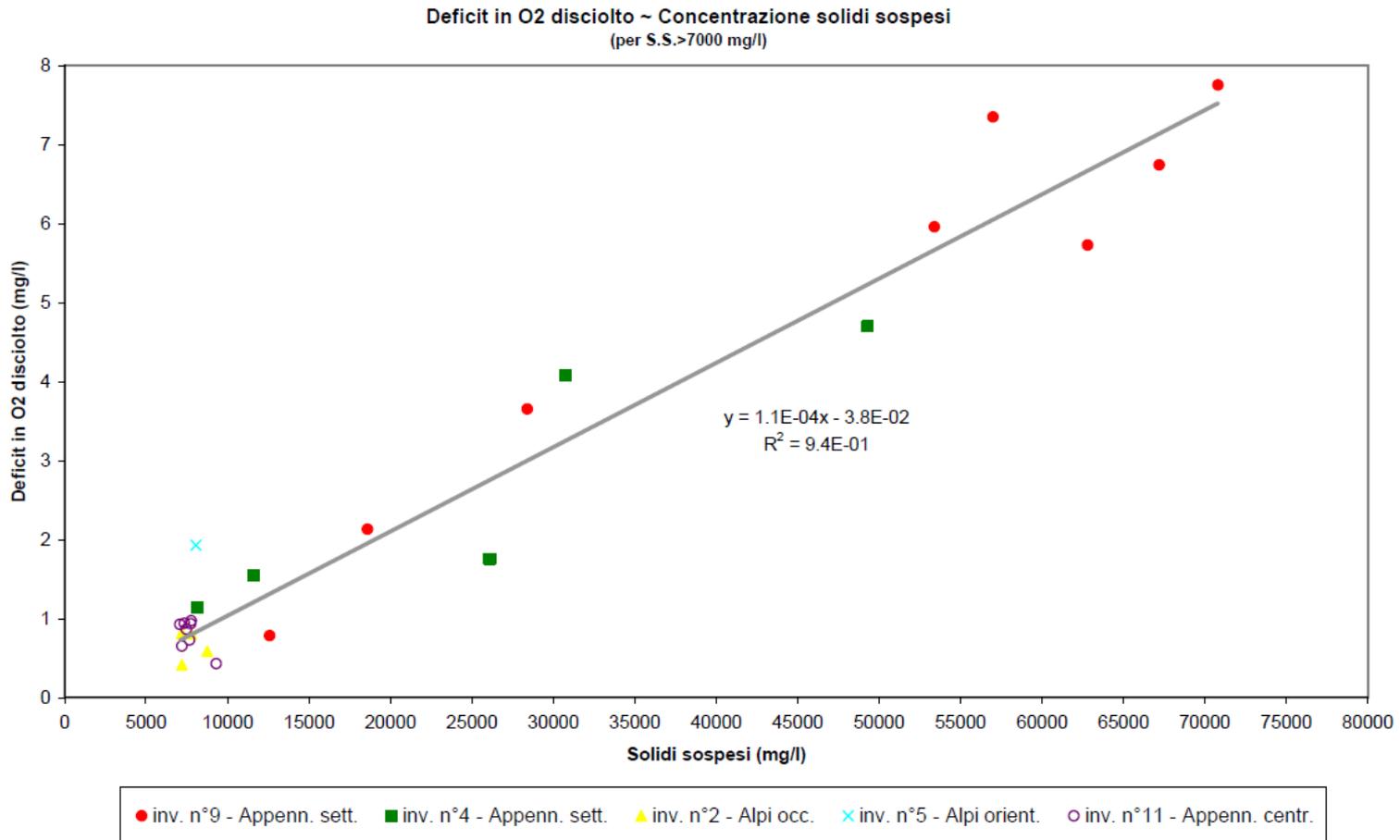


CEMAGREF per EDF – Garric et al., 1990 . Test su avannotti di trota fario (0.2-0.9 g)

Ossigeno disciolto vs Solidi sospesi



Ossigeno disciolto vs Solidi sospesi



Da: Maffio e Gilli, 2004

Direttive tecniche

Valori limite da non superare nelle acque

SOLIDI SOSPESI TOTALI

Durata delle operazioni	Caratteristiche del corpo idrico compreso nell'area di influenza			
	A	B	C	D
Poche ore	10	20	30	50
1 - 2 giorni	5	10	20	30
1- 2 settimane	1,5	3	5	10

Valori di concentrazione massima di riferimento per i solidi sospesi totali (g/L), calcolata come media sul periodo di riferimento.

OSSIGENO DISCIOLTO

	Acque salmonicole o ciprinicole reofile	Acque ciprinicole
Minima giornaliera	4,0	3,0
Media dei minimi di 7 giorni	5,0	4,0

Valori di concentrazione di ossigeno disciolto (mg/L O₂) medi e minimi per il periodo di riferimento (US EPA 1986)

Fauna ittica - Direttive tecniche

Modalità di monitoraggio

- Parametro obbligatorio
- Campionamenti quantitativi o semi quantitativi che permettano di stimare composizione, densità, biomassa e struttura in classi di età delle specie più significative.
- Possono essere previste campagne specifiche per valutare gli effetti sulla riproduzione naturale

Tempistiche

- 1 mese prima delle operazioni
- 1 mese dopo, 6 mesi e/o 1 anno dopo le operazioni

Mitigazioni

- No fluitazioni in magra e durante fasi critiche per riproduzione;
- «lavaggio» alveo al termine delle operazioni
- Gradualità nelle operazioni; rilasci incrementali per consentire fuga
- Recupero/ripopolamenti
- Riqualficazione fluviale

Diatomee e macrofite

Diatomee:

- Indice ICMi aspecifico e maggiormente legato all'impatto trofico. In generale dà giudizi buoni o ottimi.
 - Legame con la stagionalità
- non è l'indicatore che non va bene, è l'indice!
- Stiamo effettuando approfondimenti specifici

Macrofite

- Quasi mai oggetto di monitoraggio in Lombardia nei corpi idrici alpini interessati dalle operazioni di svasso/fluitazione



**MONITORAGGIO OPZIONALE, SOLO
QUANDO E SE SERVE**

Valutazione della reversibilità degli effetti

Come garantire la compatibilità delle operazioni con il raggiungimento degli obiettivi di qualità?

Consentire o vietare il rilascio dei sedimenti A PRIORI a seconda delle caratteristiche del corpo idrico di valle (in che stato ecologico è attualmente? Che obiettivi deve raggiungere?)

NO. Le operazioni di svasso e spurgo, per loro natura, dovrebbero essere reversibili. Serve sempre una valutazione a priori, ma sitospecifica. Inoltre, se la reversibilità è garantita, e se le operazioni sono effettuate con frequenza adeguata, allora queste operazioni non dovrebbero influenzare il raggiungimento dell'obiettivo di qualità

Serve allora che vi sia SEMPRE anche un momento di valutazione degli effetti di ogni operazione specifica (es. svasso o fluitazione), per valutarne la reversibilità e la compatibilità con gli obiettivi

...E la qualità dei sedimenti? effetti chimici ed ecotossicologici

- Negli invasi si depositano generalmente sedimenti dalla granulometria fine; la frazione fine tende ad accumulare i contaminanti
- All'effetto fisico, immediato, possono accompagnarsi effetti tossici sulle comunità acquatiche per il rilascio a valle di sedimenti contaminati: effetti a lungo termine (cronici)

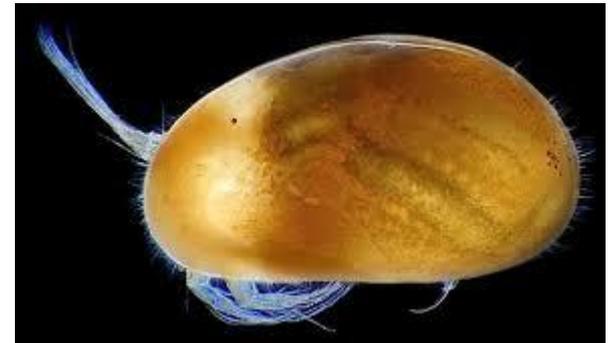
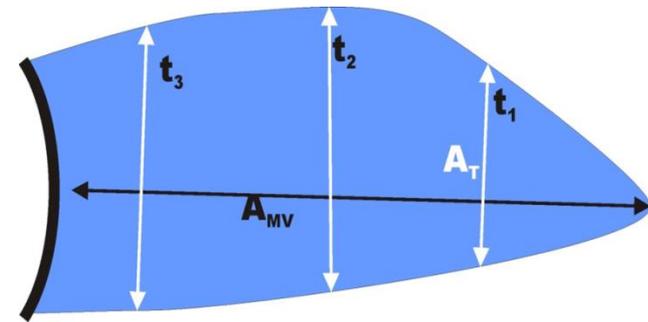
Problematiche:

- No standard qualità sedimenti acque interne (dolci)
- Normativa attuale (art. 185 comma 3 D Lgs 152/2006) inefficace per valutare la compatibilità del rilascio del sedimento in un ambiente naturale

→ È necessario sviluppare un protocollo specifico

Protocollo caratterizzazione sedimenti RL-ARPA-IRSA CNR

- Analisi chimiche sul sedimento dell'invaso e del corpo idrico di valle, sulla frazione < 2mm e sull'eluato + test ecotox di screening
- I risultati sono comparati con standard di qualità internazionali per i sedimenti (es. cb-TEC e cb-PEC (MacDonald et al., 2000) o con valori ricavati dalla normativa nazionale sulle acque
- I campioni che presentano superamenti rispetto ai valori limite sono sottoposti a ulteriori test ecotossicologici (cronici)
- L'interpretazione dei risultati definisce la fluitabilità del sedimento e/o la necessità di applicazione di fattori di sicurezza (es. ulteriori diluizioni rispetto ai limiti imposti)



Bibliografia

- DGR Regione Lombardia X/5736 del 24-10-2016, «Direttive tecniche per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei progetti di gestione degli invasi» scaricabile al link <http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/territorio/governo-delle-acque/dighe/progetti-di-gestione-degli-invasi/progetti-di-gestione-degli-invasi>
- Gomi T., Kobayashi S., Negishi J., Imaizumi F., Short-term responses of macroinvertebrate drift following experimental sediment flushing in a Japanese headwater channel, *Landscape Ecol Eng* (2010) 6:257–270
- Prothea e IRSA-CNR 2016-2017 (nell'ambito del supporto ad ARPA Lombardia e Regione Lombardia nel Progetto DIGHE) - Effetti delle operazioni di svaso sui macroinvertebrati bentonici in alta Valtellina e possibili sviluppi in chiave di classificazione dello stato ecologico.
- Bravi C., Genoni P. 2014. Monitoraggio gestione invasi: proposte ed esperienze lombarde. Giornate di Studio CISBA, Bologna 2014 Piani di Monitoraggio Ambientale: Strategie, Indicatori, Criticità
- Bellingeri et al (ARPA Lombardia), 2018. Il monitoraggio idromorfologico dei corpi idrici (presentazione nell'ambito di Dronitaly, Milano, 23-3-2018)
- Newcombe. C.P., D. D. Macdonald Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management* , Volume 11, 1991 - Issue 1
- Newcombe C.P., 1996. "Channel Sediment Pollution. A Provisional Fisheries Field Guide for Assessment of Risk and Impact. Habitat Protection Branch. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks". Victoria, British Columbia, Canada, 59 pp.
- Newcombe C.P. & Jensen J.O.T., 1996. Channel suspended sediment and fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact. *North American Journal of Fisheries Management*, 16: 693-727
- Quaderno della Ricerca della Regione Lombardia, n. 90 - luglio 2008, Definizione dell'impatto degli svassi dei bacini artificiali sull'ittiofauna e valutazione delle misure di protezione.
- US-EPA, 1986. Quality criteria for water. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. EPA 440/5-86-001.
- Rofes G., Trocherie F., Garat O., Vallon M., Cardinal H. (1991). Caractérisation des sédiments des retenues pour la prévision des risques écotoxicologiques liés aux vidanges. *Revue des sciences de l'eau*, 4 (1991) 65-82.
- Garric J., B. Migeon, E. Vindimian, 1990. Lethal effects of draining on brown trout. A predictive model based on field and laboratory studies. *Water Research*, Volume 24, Issue 1, January 1990, 59-65
- Maffio A., L. Gilli, 2004. Integrazione e sviluppo di modelli matematici per la stima della torbidità e della qualità dell'acqua rilasciata a valle. Sviluppo di un modello di qualità dell'acqua. Rapporto Ricerca di Sistema n. A4516903.
- Marziali et al, 2016 «Protocollo per la valutazione della tossicità dei sedimenti degli invasi in Regione Lombardia ai fini della fluitazione. *Biologia Ambientale*, 31 (1): 1-7 (2017)
- Donnarumma D, Lo svaso del bacino di Madesimo- Presentazione effettuata nell'ambito del «Corso di formazione ambientale "Progetti di Gestione di invasi artificiali» ISPRA, 2012

Per informazioni: clara_bravi@regione.lombardia.it



Grazie!