

Ruolo di supporto tecnico-scientifico di ARPA Lombardia nella redazione e applicazione delle Direttive regionali per i Progetti di Gestione degli invasi

Cristina Borlandelli*, Erika Lorenzi, Pietro Genoni

ARPA Lombardia, Settore Monitoraggi Ambientali, Via Ippolito Rosellini 17 – 20124 Milano

* Referente per la corrispondenza: c.borlandelli@arpalombardia.it

Pervenuto il 24.2.2017; accettato il 28.4.2017

Riassunto

Allo scopo di uniformare i processi di autorizzazione dei Progetti di Gestione e dei Piani Operativi per la gestione dei sedimenti degli invasi, Regione Lombardia ha emanato specifiche Direttive tecniche, alla cui predisposizione ARPA Lombardia ha contribuito per gli aspetti tecnico-scientifici.

Le Direttive sono articolate in diversi documenti tecnici che definiscono le modalità di assoggettamento, di monitoraggio e di controllo delle operazioni e degli effetti delle stesse sul corpo idrico a valle dell'invaso.

Le attività legate alla gestione dei sedimenti prevedono il coinvolgimento di diverse competenze presenti in ARPA Lombardia: da quelle riguardanti gli aspetti qualitativi e quantitativi, a quelli inerenti la caratterizzazione ecotossicologica e l'inquadramento normativo. I principali contributi di ARPA hanno riguardato le modalità di monitoraggio e controllo, la definizione dei valori limite dei principali parametri oggetto del monitoraggio, gli interventi di mitigazione, la misura degli effetti delle operazioni svolte e il controllo del rispetto dei limiti prescritti. Particolare attenzione viene posta alla caratterizzazione dei sedimenti, che prevede la condivisione con il gestore dell'ubicazione dei punti di prelievo e della modalità di raccolta dei campioni, e valuta i risultati delle analisi chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche eseguite dal gestore. Vengono illustrati alcuni casi di invasi in cui per la prima volta sono stati applicati i criteri esposti nelle Direttive regionali.

PAROLE CHIAVE: Dighe / Gestione dei sedimenti / Svassi

Technical-scientific support of Lombardy Regional Environmental Protection Agency (ARPA) in the drafting and application of Regional Guidelines for reservoirs Project Management

In order to regulate the authorization procedures of reservoir sediment Management Project and Operational Plans, Lombardy Region, with ARPA technical-scientific support, approved specific Technical Guidelines. The Guidelines include technical documents that define the mode of subjection, monitoring and control of management operations and environmental assessment on the downstream reach.

Sediment management activities involve many skills of ARPA: from qualitative and quantitative items, to ecotoxicological characterization and legislative framework. As regards ARPA, the main contributions to the Guidelines regarded monitoring and control, definition of limit values of the main monitoring parameters, mitigation actions, assessment of the effects of operations and the compliance with the prescribed limits. Special attention is paid to the characterization of the sediments that involves sharing with the manager the location of the sampling points and the sample collection methods, and assess the results of the chemical, microbiological and ecotoxicological analysis. Some study cases, where Guidelines were first applied, are presented in this document.

KEY WORDS: Dams / Sediment management / Reservoir flushing

INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, all'articolo 114, prevede che, al fine di assicurare il mantenimento della capacità di invaso e la salvaguardia sia della qualità dell'acqua invasata sia del corpo recettore, le operazioni di svasso, sghiaimento e sfangamento delle dighe vengano effettuate sulla base di

un Progetto di Gestione. Il Progetto di Gestione deve essere finalizzato a definire sia il quadro previsionale di dette operazioni, sia le misure di prevenzione e tutela del corpo idrico recettore, dell'ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dell'invaso durante le

operazioni stesse. Il Progetto di Gestione deve essere predisposto dal gestore secondo i criteri stabiliti dal DM 30/06/2004, che si applicano a tutti gli sbarramenti soggetti al DPR 1363/1959 (aventi un'altezza superiore a 10 metri o che determinano a monte un bacino di volume superiore a 100.000 metri cubi). Per tutti gli sbarramenti esclusi dal DM 30/06/2004 le Regioni hanno il compito di definire i criteri di applicazione e di redazione del Progetto di Gestione, di definizione delle misure per la tutela delle acque invase e di monitoraggio ambientale dei corpi idrici a monte e a valle dello sbarramento. Il Progetto di Gestione viene approvato dalla Regione in qualità di autorità competente (D. Lgs. 152/2006).

LE DIRETTIVE TECNICHE DI REGIONE LOMBARDBIA

Le "Direttive Tecniche per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei Progetti di Gestione degli invasi" (D.G.R. 24 ottobre 2016 - n. X/5736) ottemperano agli obblighi che lo Stato ha posto in capo alle Regioni. Individuano i criteri generali per l'esecuzione delle operazioni previste nel Progetto di Gestione e i principi a cui attenersi per una corretta valutazione dei risultati, al fine di garantire la tutela e la salvaguardia dei corpi idrici e di non pregiudicare il raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dal Piano di Gestione del Distretto Idrografico.

Le Direttive Tecniche riassumono l'esperienza decennale di ARPA e Regione Lombardia nel coordinamento delle attività di svaso, sfangamento e spurgo e stabiliscono le principali disposizioni da applicare per la corretta gestione degli invasi al fine di omogeneizzare i processi di assoggettamento, valutazione e autorizzazione dei Progetti di Gestione e dei Piani Operativi. Sono articolate in diversi documenti tecnici che definiscono le modalità di gestione, monitoraggio e mitigazione degli effetti che le operazioni possono avere sul corpo idrico a valle dell'invaso, al fine di garantire la tutela e la salvaguardia dei corpi idrici interessati.

La complessità e la multidisciplinarietà del tema e le novità del quadro normativo, nonché l'obbligo della presentazione del Progetto di Gestione per tutte le grandi dighe, hanno reso necessario instaurare una collaborazione tra ARPA e Regione Lombardia al fine di fornire un supporto tecnico e operativo sia nelle fasi di valutazione dei Progetti di Gestione che durante le attività di svaso. Nel tempo le attività sono diventate via via più elaborate e complesse ed hanno richiesto il coinvolgimento di diversi specialisti in materia.

Le Direttive Tecniche si articolano in tre parti:

- una parte principale, in cui sono descritte le disposizioni tecnico amministrative;
- l'allegato 1, che presenta il dettaglio delle attività di monitoraggio delle operazioni;

- l'allegato 2, in cui si riportano i criteri per l'esecuzione delle operazioni di svaso, sfangamento e spurgo e le concentrazioni da non superare nelle acque.

IL RUOLO DI ARPA LOMBARDBIA

L'applicazione dei principi contenuti nelle Direttive Tecniche riguardanti la valutazione delle operazioni di gestione dei sedimenti ha carattere multidisciplinare e pertanto coinvolge varie competenze di ARPA Lombardia.

Il supporto tecnico-scientifico fornito da ARPA si è esplicitato nelle seguenti attività:

- stesura di contributi tecnico-scientifici;
- valutazione del piano di campionamento per la caratterizzazione dei sedimenti dell'invaso;
- valutazione dei dati di caratterizzazione dei sedimenti, degli aspetti chimici ed ecotossicologici e gestionali;
- valutazione dei dati di monitoraggio degli effetti delle operazioni;
- valutazione dei dati di monitoraggio dei solidi sospesi e dei volumi di sedimento transitati lungo l'asta fluviale, al fine di confermare le relazioni tra le operazioni di sfangamento e gli effetti sulle componenti ecosistemiche dei corpi idrici a valle;
- effettuazione di sopralluoghi e campionamenti durante le operazioni di caratterizzazione dei sedimenti e/o di sfangamento del serbatoio.

A questo si è affiancata l'attività di supporto per la stesura e l'aggiornamento dei contenuti delle Direttive Tecniche. Specifici approfondimenti sono stati volti alla predisposizione di banche dati per la sistematizzazione e l'archiviazione dei dati relativi ad alcuni degli indicatori biologici (macroinvertebrati, pesci), utilizzati nel monitoraggio delle operazioni, e per la caratterizzazione chimico-fisico-ecotossicologica dei sedimenti dell'invaso e del corpo idrico di valle. Inoltre, sono stati svolti approfondimenti relativi alla concentrazione di solidi sospesi in occasione di eventi naturali in alcune aree di studio, al fine di sviluppare e tarare un modello concettuale di riferimento. Si è infine reso necessario anche lo sviluppo di una metodologia specifica per l'analisi delle pressioni gravanti sui bacini imbriferi sottesi ed allacciati agli invasi.

ARPA ha sperimentato preliminarmente l'applicazione delle disposizioni delle Direttive Tecniche su alcuni invasi della Lombardia in cui, negli ultimi anni, sono state effettuate operazioni di fluitazione controllata con modalità operative differenti.

Esperienze sugli invasi della Lombardia

In Lombardia sono presenti più di 600 dighe di cui 80 circa sono definite come "grandi dighe". In 5 di queste ultime sono state applicate le principali disposizioni delle Direttive Tecniche, quali il monitoraggio fisico-

chimico, biologico e idromorfologico del corpo idrico a valle dell'invaso e quelle ancora in fase di affinamento, come la caratterizzazione ecotossicologica dei sedimenti dell'invaso. Nello specifico le attività che il gestore ha previsto sono:

- caratterizzazione dei sedimenti dell'invaso prima delle operazioni attraverso prelievi (tramite carotaggi o benna) in diversi punti dell'invaso; esecuzione di analisi granulometriche, chimiche ed ecotossicologiche sul sedimento tal quale e sull'eluato;
- monitoraggio dei solidi sospesi attraverso misure e prelievi in campo, con torbidimetro e coni Imhoff, e analisi in laboratorio;
- trasmissione agli Enti di report dettagliati contenenti le attività svolte;
- monitoraggio idromorfologico del corso d'acqua prima e dopo lo svaso;
- monitoraggio biologico prima e dopo lo svaso per valutare gli effetti delle operazioni e programmare eventuali misure di mitigazione;
- rilievi batimetrici prima e dopo lo svaso per la verifica della quantità di sedimenti fluitati dall'invaso.

Tutte le suddette attività, i cui esiti sono descritti nel seguito, sono state applicate su tre bacini: lombardi: Valnegra, Valgrosina e Creva. I bacini si trovano in aree con caratteristiche idromorfologiche differenti (Fig. 1):

- l'invaso di Valnegra si trova a quote collinari (circa 520 m slm), e il suo emissario, il fiume Brembo, presenta pendenze non elevate e portate con alternanza stagionale tipica;

- il bacino di Valgrosina si trova a circa 1.250 m slm ed il torrente Roasco, da cui si origina l'invaso, ha regime idrologico e pendenze tipiche di un corso d'acqua alpino;
- il bacino di Creva è originato da una traversa che sbarrava il fiume Tresa, il quale collega il Lago di Lugano con il Lago Maggiore; le portate del fiume sono regolate attraverso uno sbarramento posto in territorio elvetico e il corso d'acqua scorre in un letto quasi pianeggiante tra 270 e 198 m slm.

Invaso di Valnegra

Il bacino di Valnegra (detto anche Lago del Bernigolo) si trova in alta Val Brembana, in provincia di Bergamo. L'invaso si è formato in seguito allo sbarramento del ramo di Carona del fiume Brembo e alimenta la centrale di Lenna, la quale restituisce le acque turbinate poco a monte dell'immissione del ramo di Mezzoldo del fiume Brembo.

Il Progetto di Gestione di questo invasore è stato autorizzato dalla Regione Lombardia nel 2007 (ENEL e CESI, 2007). Al fine di ottenere, entro la data di scadenza della concessione (2029), il recupero dell'originale volume utile di invasore, i gestori hanno concordato con gli Enti preposti, di effettuare una sperimentazione con diverse modalità di asportazione dei sedimenti del bacino (ENEL, 2011).

La sperimentazione, avviata nel 2013 e conclusa nel 2015, prevedeva l'esecuzione di 4 diverse modalità operative:

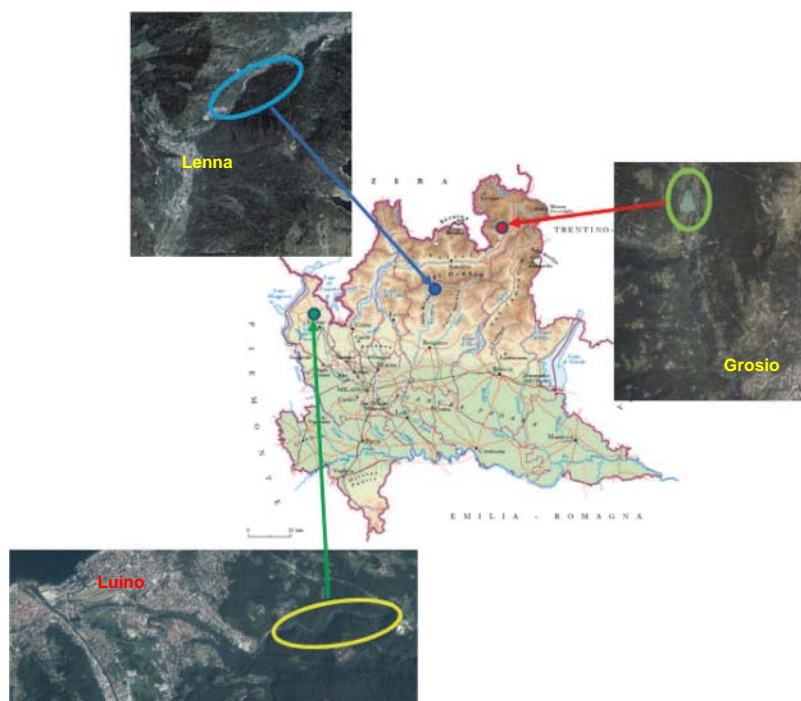


Fig. 1. Inquadramento territoriale degli invasi di Valnegra (Lenna – BG), Valgrosina (Grosio – SO) e Creva (Luino – VA).

- Fase 1 - asportazione meccanica mediante dragaggio ad invaso a livello di esercizio (514 – 515 m slm) con deposito del sedimento presso un'area situata nelle vicinanze (GRAIA, 2013);
- Fase 2 - fluitazione sotto battente da eseguire durante il periodo invernale: l'operazione, iniziata il giorno 18/02/2015, è stata rapidamente interrotta per l'eccessivo trasporto solido generato dalla fase di ruscellamento del Brembo nell'invaso (ENEL e GRAIA, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d; 2016a);
- Fase 3 - fluitazione dei sedimenti ad una quota di esercizio compresa tra 508 e 510 m slm da eseguire durante i periodi di morbida: l'operazione è stata effettuata in due occasioni (ENEL e GRAIA, 2014);
- Fase 4 - fluitazione di sedimenti da eseguire a lago vuoto durante i periodi di magra: l'operazione è stata effettuata in coda alla fase 2, nei giorni 11 e 12 febbraio 2015 (ENEL e GRAIA, 2015b, 2015c, 2015d).

Al fine di verificare gli effetti delle operazioni previste nella sperimentazione, nel Piano Operativo il gestore ha predisposto un piano di monitoraggio che, in linea di massima, prevedeva rilevazioni e campionamenti in 5 stazioni significative lungo l'asta fluviale del Brembo: una a monte dell'invaso e quattro a valle dello stesso. La determinazione dei solidi sospesi è stata eseguita durante le fasi 1 e 2, mentre le indagini biologiche e morfologiche hanno interessato esclusivamente la fase 2. Il monitoraggio comprendeva l'esecuzione di analisi fisico-chimico, biologiche (macroinvertebrati bentonici, diatomee, fauna ittica) e morfologiche. (ENEL, 2011).

Il monitoraggio dei solidi sospesi è stato eseguito in campo con sonda torbidimetrica e lettura del volume di sedimentazione a 30 minuti nei coni Imhoff, accompagnati dall'invio di campioni di acqua in laboratorio per la determinazione analitica dei solidi sospesi. I dati così raccolti hanno permesso la ricostruzione

delle concentrazioni dei solidi sospesi transitati lungo l'asta fluviale e la determinazione dei coefficienti di conversione da applicare alle misure torbidimetriche e volumetriche.

Il monitoraggio degli elementi biologici e i rilievi dell'habitat fluviale sono stati effettuati prima dello svaso (1 campagna) e dopo lo svaso (5 campagne) a 1, 4, 7, 10 e 13 mesi dal termine della fluitazione.

Il monitoraggio morfologico ha evidenziato la presenza di depositi sabbiosi principalmente nel tratto di corso d'acqua compreso tra la diga e la stazione 3, che si trova a monte della confluenza del secondo ramo del Brembo. In questi tratti, immediatamente dopo lo svaso, le unità morfologiche erano visibilmente cambiate (Fig. 2) e solo dopo gli interventi di lavaggio dell'alveo mediante rilasci di acqua dallo sbarramento sono tornate nelle condizioni pre-svaso, sia sul fondo che lungo le sponde. Nelle stazioni successive, date le caratteristiche del corso d'acqua, la composizione e la granulometria del substrato di fondo sono rimaste invariate. Le stazioni immediatamente a valle della diga, quindi, sono quelle che hanno risentito maggiormente delle operazioni di svaso a causa della sedimentazione di un elevato quantitativo di materiale, asportato solo a distanza di qualche mese.

L'evoluzione dello stato della comunità macrobentonica è stata valutata con l'indice STAR_ICMi: nel monitoraggio precedente allo svaso i valori rilevati nelle stazioni 2, 3 e 4 (le prime a valle della diga) corrispondevano ad uno stato buono; nel mese successivo allo svaso, lo stato scendeva a un giudizio scarso o sufficiente, per recuperare lo stato buono iniziale nei campionamenti successivi. Diversamente, nella stazione 5 lo stato sufficiente iniziale è rimasto invariato anche nelle campagne successive allo svaso.

Il monitoraggio della fauna ittica è stato eseguito solo nelle stazioni 4 e 5 perché nelle stazioni 2 e 3 era

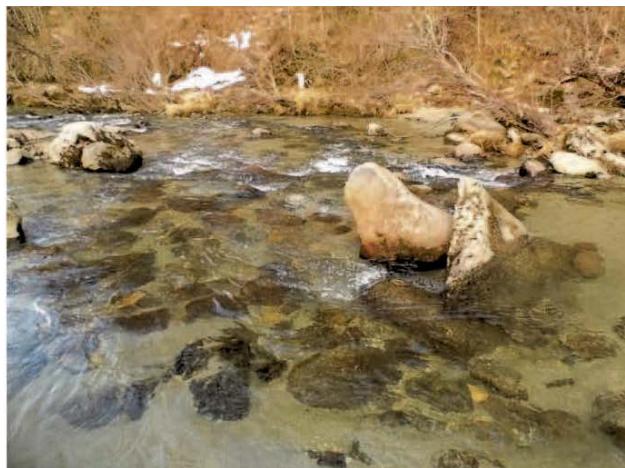


Fig. 2. Invaso di Valnegra: confronto fotografico della deposizione dei sedimenti nell'alveo alla stazione n. 2 ante-svaso (sinistra) e post-svaso (destra).

stato effettuato un recupero preventivo della stessa. Il monitoraggio è stato eseguito con elettrostorditore applicando un metodo di campionamento quantitativo o semi quantitativo che ha permesso di verificare l'assenza di impatti derivanti dallo svaso.

È stato previsto anche il monitoraggio delle diatomee bentoniche: l'ICMi è sempre risultato in stato elevato in tutte le stazioni monitorate e pertanto il programma di monitoraggio non è stato portato a termine.

La valutazione dei risultati dei monitoraggi ha permesso di concludere che, tra le attività sperimentate, quella più efficace è risultata la fluitazione in coda di piena (fase 3): con portate elevate il materiale rimosso è stato diluito e trasportato lungo l'asta fluviale minimizzando gli effetti sull'ecosistema. Le altre manovre saranno quindi da prevedere solo in caso di specifiche necessità quali, ad esempio, la manutenzione degli scarichi e dei manufatti sommersi.

Invaso di Valgrosina

Il bacino di Valgrosina si trova in alta Valtellina, in provincia di Sondrio. Il regime dei corsi d'acqua che alimentano il bacino è tipico dell'area alpina, con notevoli apporti primaverili e autunnali. Al bacino confluiscono, inoltre, le acque derivanti anche da altri invasi della Valtellina, che rappresentano la quota più consistente di approvvigionamento idrico. L'apporto di solidi sospesi all'invaso risulta compreso tra i 20.000 e i 30.000 m³/anno.

Il Progetto di Gestione dell'invaso di Valgrosina è stato autorizzato da Regione Lombardia nel 2006 (AEM, 2005). Nel 2010, sulla base dei risultati di fluitazioni eseguite nel periodo tardo estivo dal 2006 al 2009, è stato presentato ed approvato il Progetto di Gestione revisionato (A2A, 2010).

Poiché nell'invaso si accumula un consistente quanti-

tativo di sedimento, per recuperare il volume utile entro la scadenza della concessione, sono state programmate operazioni annuali di rimozione dei sedimenti. In questo caso la soluzione tecnicamente più praticabile è la fluitazione del sedimento depositato mediante l'apertura degli scarichi di esaurimento e di fondo.

Sulla base delle precedenti sperimentazioni, eseguite prima del 2010, sono state programmate altre operazioni di fluitazione dei materiali negli anni 2011, 2012 e 2014: in questi casi il quantitativo di materiali transitato è risultato superiore a quello degli anni precedenti (40.000 m³).

Nel Piano Operativo dell'ultima operazione (A2A, 2015; A2A e GRAIA, 2015), svolta nel 2015, sono state previste 6 campagne di monitoraggio: una precedente alle operazioni e 5 successivamente alle stesse, oltre al monitoraggio in continuo dei solidi sospesi e dell'ossigeno disciolto nel corso delle operazioni.

Nelle 5 stazioni dislocate lungo il torrente Roasco e il fiume Adda sono stati eseguiti il monitoraggio in continuo dei solidi sospesi in 5 stazioni a valle della diga e il monitoraggio biologico (macroinvertebrati e pesci) in 4 stazioni. Anche in questo caso è stato eseguito il monitoraggio morfologico per verificare le variazioni di substrato a seguito dei rilasci di sedimenti nell'alveo fluviale.

Subito dopo lo svaso, in tutte le stazioni a valle dell'invaso il corpo idrico risultava ricoperto da depositi di materiale fine. Dopo i lavaggi dell'alveo mediante rilasci di acqua dallo sbarramento, l'habitat è tornato simile alle condizioni iniziali in termini di microhabitat e battenti idrici (Fig. 3). Le concentrazioni dei solidi sospesi totali, in tutte le stazioni indagate, hanno rispettato i limiti stabiliti (Tab. I). Lo stato dei macroinvertebrati è risultato variare da elevato (prima dello svaso) ad elevato/buono (a 1 anno dallo svaso).



Fig. 3. Invaso di Valgrosina: confronto fotografico della deposizione dei sedimenti nell'alveo della stazione n. 1 ante-svaso (sinistra) e post-svaso (destra).

Tab. I. Invaso di Valgrosina: valori di solidi sospesi registrati durante lo svaso del 2015 sui corsi d'acqua a valle.

Punto di misura solidi sospesi	Concentrazioni medie	Valori limite Direttive Tecniche
Roasco	3,50 g/L	5 g/L
Adda - Monte Sernio	1,05 g/L	3 g/L
Adda - Valle Sernio	0,95 g/L	1 g/L
Adda - Tresenda	0,81 g/L	1 g/L
Adda - Baghetto	0,36 g/L	1 g/L

Relativamente al monitoraggio della fauna ittica, è stato rilevato un leggero calo della densità e della biomassa della popolazione di trota fario, in particolare a carico degli individui più giovani. La popolazione di scazzona appare invece in crescita numerica, con una struttura di popolazione sostanzialmente simile tra prima e dopo l'evento.

A seguito del monitoraggio si è potuto concludere che le operazioni svolte sul bacino di Valgrosina, se programmate con cadenze temporali adeguate, ad almeno quattro/cinque anni di distanza, non hanno impatto significativo sui corsi d'acqua interessati.

Invaso di Creva

L'invaso di Creva si trova in provincia di Varese, lungo l'asta fluviale del fiume Tresa che nasce dal Lago di Lugano e si immette nel lago Maggiore, ed ha caratteristiche idromorfologiche tipiche di un grande fiume di pianura.

Il primo Progetto di Gestione risale al 2008; successivamente, nel 2012, è stato effettuato un suo aggiornamento (Enel Produzione, 2012). Tra il 2011 e il 2012, per poter effettuare attività ispettive e di manutenzione dello scarico di fondo, sono stati eseguiti due svassi totali del bacino durante il periodo di magra



Fig. 4. La diga di Creva durante lo svaso del 2012.

invernale (Fig. 4).

Il monitoraggio eseguito durante il primo svaso ha evidenziato valori di concentrazione di solidi sospesi totali elevati, fino a 70 mg/L, e di ossigeno disciolto vicini a 0 mg/L O₂. Ciononostante, le operazioni sono proseguite per non pregiudicare ulteriormente le condizioni critiche del corpo idrico recettore e permettere l'effettuazione delle manutenzioni necessarie (ENEL e GRAIA, 2012).

Sulla base della precedente sperimentazione, nel 2012 lo svaso totale del bacino è stato effettuato in un periodo più lungo (circa 8 ore), in modo da migliorare la gestione dei sedimenti e minimizzare il rischio di un brusco calo di ossigeno. Il monitoraggio post svaso è proseguito fino alla fine del 2013, così da monitorare adeguatamente gli effetti a lungo termine.

A seguito dei risultati delle campagne di monitoraggio fisico-chimico, biologico e morfologico, nel 2012 è stata presentata una revisione del Progetto di Gestione.

Nel mese di febbraio 2015, per attività di manutenzione in emergenza dello scarico di fondo, è stato nuovamente eseguito uno svaso del bacino. Al fine di gestire in modo adeguato le operazioni previste, è stato programmato un piano di monitoraggio che ha previsto l'esecuzione di 5 campagne: una prima delle operazioni e 4 dopo il loro termine, fino a coprire un periodo di 12 mesi dal momento dello svaso (ENEL, 2015).

È stato programmato il monitoraggio in continuo dei solidi sospesi totali in una stazione fissa a valle della diga, presso la centrale Enel e in due stazioni mobili sul fiume Tresa, una a monte della confluenza con il torrente Margorabbia e un'altra poco prima dell'immissione nel Lago Maggiore. In contemporanea sono state eseguite, in tutte e tre le stazioni, misure dei solidi sospesi mediante coni Imhoff e analisi in laboratorio. Nelle stesse stazioni è stata misurata la concentrazione di ossigeno disciolto.

Anche il monitoraggio biologico (macroinvertebrati, diatomee e pesci) è stato eseguito nelle tre stazioni di monitoraggio dei solidi sospesi, oltre ad una stazione posta a monte dell'invaso. È stato inoltre previsto il monitoraggio morfologico, per verificare le modificazioni di substrato a seguito dei rilasci di sedimenti nell'alveo fluviale e soprattutto alla foce, dove si accumula gran parte del materiale. Inoltre, in condizioni di invaso vuoto, sono stati prelevati campioni di sedimento su cui eseguire analisi chimiche ed ecotossicologiche, che hanno permesso di rilevare l'assenza di particolari criticità.

Al termine delle operazioni, nel tratto immediatamente a valle della diga si è potuta osservare una netta variazione della composizione dei substrati: le stazioni di valle dopo lo svaso risultavano ricoperte da depositi di materiale fine. Dopo i lavaggi dell'alveo mediante rilasci di acqua dallo sbarramento, la condizione dell'habitat nelle tre stazioni è tornata simile alle condizioni iniziali in termini di microhabitat e battenti idrici (Fig. 5).



Fig. 5. Invaso di Creva: confronto fotografico della deposizione dei sedimenti nell'alveo della stazione n. 3, prima dell'immissione nel Lago Maggiore in fase pre-svaso (sinistra) e post-svaso a 3 mesi (centro) e a 1 anno (destra) dalle operazioni.

Le concentrazioni medie dei SST, durante il periodo dello svaso, alla stazione 1, sono riportate in tabella II.

La concentrazione di ossigeno disciolto ha raggiunto, seppur per un breve periodo di tempo, valori critici pari allo 0% di saturazione. Nelle altre stazioni il monitoraggio è stato eseguito solo nei primi tre giorni, in quanto, date le basse concentrazioni di solidi sospesi, si è ritenuto di sospendere le attività.

Lo stato dei macroinvertebrati bentonici è risultato sufficiente nella stazione a monte della diga, ad indicare una situazione del bacino già compromessa. Nella stazione immediatamente a valle della diga si passa da uno stato cattivo, immediatamente dopo lo svaso, ad uno stato buono dopo 1 anno dal termine delle operazioni. Lo stato delle altre stazioni è mediamente sufficiente.

Lo stato rilevato attraverso l'analisi delle diatomee bentoniche è risultato sempre buono.

La densità e la biomassa della fauna ittica nelle tre stazioni a valle della diga ha subito un pesante impatto immediatamente dopo lo svaso, con la scomparsa totale degli individui nella stazione immediatamente a valle dell'invaso. Dopo 6 mesi è stato evidenziato un recupero soddisfacente della comunità, principalmente grazie all'efficacia delle migrazioni riproduttive e trofiche (ENEL e GRAIA, 2016b).

Tab. II. Invaso di Creva: valori medi di solidi sospesi registrati alla stazione 1 del fiume Tresa.

	Concentrazioni medie	Valore massimo durante svaso	Valore limite (media) Direttive Tecniche
Staz. 1 - Centrale Enel	0,41 g/L	65 g/L	3 g/L

BIBLIOGRAFIA

- A2A, 2010. *Progetto di gestione dell'invaso di Valgrosina. Revisione 1.* 79 pp.
- A2A, 2015. *Diga di Valgrosina. Piano Operativo svaso 2015.* 9 pp.
- A2A, GRAIA, 2015. *Bacino di Valgrosina. Monitoraggio chimico-fisico ed ecologico dello svaso 2015. Piano delle attività.* 6 pp.

CONCLUSIONI

Alla luce di queste sperimentazioni ARPA e Regione Lombardia continueranno la collaborazione per la revisione e la validazione delle Direttive Tecniche per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei Progetti di Gestione degli invasi. Si intende dunque proseguire l'attività di verifica degli obiettivi della Direttiva 2000/60/CE nell'ambito delle attività previste dai Progetti di Gestione. Proseguiranno anche le attività di valutazione degli effetti degli svasi sull'ecosistema fluviale e di verifica dell'applicazione del protocollo analitico per la caratterizzazione chimica ed ecotossicologica dei sedimenti degli invasi.

Ad integrazione di quanto sperimentato sino ad oggi, si intende approfondire l'attività di supporto, in particolare applicando sistemi di analisi dei dati integrati delle attività di monitoraggio delle manovre di svaso, sfangamento e spurgo oltre a sperimentare e valutare le tecniche di misura del trasporto solido e l'interpretazione dei dati rilevati alle sezioni di trasporto installate. Inoltre, a ulteriore completamento di quanto descritto, verrà approfondita l'attività riguardante l'analisi delle pressioni gravanti sui bacini idrografici serviti dagli invasi.

Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare alla dott.ssa Clara Bravi di Regione Lombardia per la disponibilità e serietà con cui quotidianamente si occupa delle questioni legate agli invasi e dialoga con i tecnici di ARPA Lombardia.

- A2A, GRAIA, 2016. *Bacino di Valgrosina. Monitoraggio delle operazioni di svaso - anno 2015.* 90 pp.
- AEM, 2005. *Progetto di gestione dell'invaso di Valgrosina.* Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 30 giugno 2004 "Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell'articolo 40, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152,

- e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo*", pubblicato su GU n. 269 del 16-11-2004.
- Decreto del Presidente della Repubblica 1 novembre 1959 n. 1363 "Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta".
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" pubblicato sulla G.U. n. 88 del 14 aprile 2006.
- ENEL Produzione, 2012. *Progetto di Gestione invaso di Creva - comune di Luino (VA). Centrale idroelettrica di Creva. rev. 1.* 30 pp.
- ENEL, CESI, 2007. *Progetto di Gestione. Invaso di Valnegrà - Comune di Moio de' Calvi (BG). Centrale Idroelettrica di Lenna. Rev. 1.* 10 pp.
- ENEL, GRAIA, 2012. *Bacino di Creva. Attività di monitoraggio dello svaso 2012. Rapporto finale.* 98 pp.
- ENEL, GRAIA, 2014. *Bacino di Valnegrà – Valbrenbana. Monitoraggio evento di piena del 5 novembre 2014.* 18 pp.
- ENEL, GRAIA, 2015a. *Svaso del bacino di Lenna - Monitoraggio in corso d'opera svaso 11-12 febbraio 2015. Primi dati.* 14 pp.
- ENEL, GRAIA, 2015b. *Svaso del bacino di Lenna- Monitoraggio in corso d'opera e post operam svaso 11-12 e 18 febbraio 2015. Dati solidi sospesi.* 28 pp.
- ENEL, GRAIA, 2015c. *Svaso del bacino di Lenna- Monitoraggio in corso d'opera 11-12 e 18 febbraio 2015. Rilievi morfologici.* 85 pp.
- ENEL, GRAIA, 2015d. *Svaso del bacino di Lenna- Monitoraggio ante e post operam svaso febbraio 2015. Indagini biologiche.* 48 pp.
- ENEL, GRAIA, 2016a. *Bacino di Valnegrà. Svaso febbraio 2015. Monitoraggio ante e post operam. Indagini biologiche.* 70 pp.
- ENEL, GRAIA, 2016b. *Bacino di Creva. Attività di monitoraggio dello svaso 2015. Rapporto finale giugno 2016.* 209 pp.
- ENEL, 2011. *Impianto idroelettrico di Lenna. "Progetto di gestione invaso" diga Valnegrà. Piano Operativo di svaso.* 8 pp.
- ENEL, 2015. *Impianto idroelettrico di Creva. Progetto di Gestione invaso Diga di Creva. Piano Operativo di Svaso per interventi di manutenzione straordinaria allo scarico di fondo.* 12 pp.
- GRAIA, 2013. *Svaso del bacino di Lenna – Attività' 1 del piano operativo. Asportazione meccanica mediante dragaggio ad invaso a livello di esercizio. Monitoraggio degli effetti nel fiume. Brembo.* 6 pp.