



Enel Produzione

Via Luigi Boccherini 15 - 00198 Roma - Italia
T +39 06 83051

Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza
Energetica
Alla Commissione Tecnica PNRR-PNIEC
PEC: compniec@pec.mite.gov.it

e p.c.
Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza
Energetica
Direzione Generale Valutazioni Ambientali
PEC: va@pec.mite.gov.it

Al Ministero della cultura
Soprintendenza Speciale per il PNRR
PEC: ss-pnrr@pec.cultura.gov.it

Id: 76058083
enelproduzione@pec.enel.it

OGGETTO: **(Id_VIP 8953)** - Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006 relativa al progetto "Nuovo gruppo di generazione e pompaggio denominato "VALCIMARRA II"

Controdeduzioni

Il sottoscritto GIOVANNI TOPO, nato a Napoli il 23/03/1965, domiciliato per la carica a Napoli (NA) in via Galileo Ferraris n. 59, in qualità di procuratore della società Enel Produzione S.p.A., società con unico socio, sottoposta alla attività di direzione e coordinamento di Enel S.p.A., con sede legale in Roma, Via Luigi Boccherini 15, capitale sociale € 1.800.000.000,00 interamente versato, codice fiscale n. 05617841001, società partecipante al Gruppo IVA Enel con Partita IVA n. 15844561009, giusta procura a rogito del Notaio Nicola Atlante di Roma, Rep. 61287, Racc. 31541 del 22/05/2020

1/2





Enel Produzione

Via Luigi Boccherini 15 - 00198 Roma - Italia
T +39 06 83051

A valle della call del giorno 27/05/2024 (indetta dalla Commissione PNRR-PNIEC)

PRESENTA

Nuove controdeduzioni integrative che rispondono in modo circostanziato sia agli argomenti emersi durante la call, dai componenti del gruppo istruttore e dagli enti/soggetti interessati, che al Parere dell'Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini avente protocollo in ingresso MASE-2024-0096135.24-05-2024 pubblicato sul portale MASE il 27/05/2024.

Allegati:

- GRE.EEC.R.99.IT.H.17168.00.252.00 (CONTRODEDUZIONI);

Saluti

GIOVANNI TOPO
Un Procuratore

Il presente documento e' sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005 e s.m.i.. La riproduzione dello stesso su supporto analogico e' effettuata da Enel Italia S.p.A. e costituisce una copia integra e fedele dell'originale informatico, disponibile a richiesta presso l'Unita' emittente.

Riferimenti per contatti:

Giovanni Topo Tel. 329-4983804 E-mail giovanni.topo@enel.com;

Davide Pezzolato Tel. 329-4987294 E-mail davide.pezzolato@enel.com

2/2



TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO DI VALCIMARRA II

Installazione di un nuovo gruppo reversibile

Centrale di Valcimarra

Comune di Caldarola (MC)

Progetto Definitivo per Autorizzazione

Controdeduzioni ai pareri istruttori – Giugno 2024

File: GRE.EEC.R.99.IT.H.17168.00.252.00 Controdeduzioni - Giugno 2024.docx

00	12/06/2024	Prima Emissione	F.Maugliani	F. Maugliani	M. Braghini														
			S.Trasforini																
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED														
GRE VALIDATION																			
		Support Team:	Project Engineer:																
		F.PODIO	G.RIPELLINO																
COLLABORATORS		VERIFIED BY	VALIDATED BY																
PROJECT / PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION									
	GRE	EEC	R	9	9	I	T	H	1	7	1	6	8	0	0	2	5	2	0
CLASSIFICATION PUBLIC					UTILIZATION SCOPE PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE														
This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.																			

R.00	12.06.2024	MFr/STr	MSar/GRip
Versione	Data	Redatto	Verificato

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
 Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
 Telefono +41(0)91 735 31 00
 www.lombardi.group, info@lombardi.group

INDICE

1.	PREMESSA	1
1.1	Scopo del documento	1
2.	CONTRODEDUZIONI	2
2.1	Rimescolamento delle acque dei due invasi	2
2.2	Cianobatterio	4
2.3	Principio di precauzione come criterio decisionale	7
3.	MISURE COMPENSATIVE	10
4.	CONCLUSIONI	12
4.1	Rimescolamento delle acque dei due invasi	12
4.2	Dispersione del Cianobatterio <i>Planktothrix rubescens</i>	12
4.3	Principio di precauzione	13
4.4	Misure Compensative	14
5.	BIBLIOGRAFIA	15
6.	ELENCO ALLEGATI	17

1. PREMESSA

1.1 Scopo del documento

Enel S.p.A. – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva per Autorizzazione dell'intervento di installazione di un nuovo gruppo reversibile nell'impianto idroelettrico di Valcimarra, sito nel Comune di Caldarola (MC).

L'impianto fa parte dell'asta idroelettrica del Fiume Chienti, comprendente le centrali di Valcimarra Chienti, Belforte 1°salto, Belforte 2°salto, Città di Macerata, S. Maria Apparente e Molino Nuovo.

Il progetto dell'impianto è, alla data del presente documento in corso di istruttoria presso il MASE, con identificativo di procedura [ID_VIP 8953].

Lombardi SA in qualità di progettista ha emesso nell'Aprile 2024 il documento GRE.EEC.R.99.IT.H.17168.00.251.00 Controdeduzioni Aprile 2024, relativo alle controdeduzioni e replica alla nota di Regione Marche - Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione civile, Direzione Ambiente e Risorse Idriche - Settore Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali, (MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0041841.04-03-2024), che riporta i pareri/contributi istruttori di:

- Unione Montana dei Monti Azzurri (prot. n. 230264 del 27/02/2024);
- Comune di Caldarola (prot. n. 230296 del 27/02/2024);
- Parco Nazionale dei Monti Sibillini (prot. n. 230445 del 27/02/2024);
- ARPAM (prot. n. 232024 del 28/02/2024).

Si rimanda in ogni caso alla lettura propedeutica del documento Lombardi SA sopra citato, depositato presso il MASE con protocollo in ingresso MASE-2024-00772229 in data 03.05.2024, in cui gli argomenti sollevati sono già stati ampiamente approfonditi (per opportunità in allegato).

Alla data attuale risulta essere depositato presso il MASE il Parere dell'Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini in data 24.05.2024, con protocollo in ingresso MASE-2024-0096135 del 27.05.2024.

In data 27 maggio 2024 ha avuto luogo una teleconferenza fra la Commissione Istruttoria, il proponente Enel S.p.A. con il progettista Lombardi SA e alcuni rappresentanti degli enti interpellati, al fine dell'esame congiunto delle Controdeduzioni Aprile 2024 e delle ulteriori argomentazioni di valutazione avanzate.

Con il presente documento integrativo si vuole ora rispondere in modo circostanziato agli argomenti sollevati dai rappresentanti degli enti nella call, ed all'ulteriore Parere dell'Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini.

2. CONTRODEDUZIONI

In relazione alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai documenti consegnati e discussi, ai momenti di consultazione e alle osservazioni e pareri ad oggi ricevuti, occorre ricostruire il quadro dello stato dell'arte su aspetti che possono considerarsi centrali ai fini delle valutazioni:

1. il tema del **rimescolamento delle acque dei due invasi**;
2. il tema della **dispersione del Cianobatterio *Planktothrix rubescens***;

A questi si aggiunge un terzo argomento che riteniamo utile approfondire, alla luce dei pareri pervenuti, perché punto focale nelle scelte decisionali, e cioè l'argomento del

3. **ricorso al “principio di precauzione”**.

2.1 Rimescolamento delle acque dei due invasi

Riguardo a questa tematica, fin dalla stesura dello Studio di Impatto Ambientale, è stato necessario confrontarsi con il problema della carenza di dati analitici di qualità chimico-fisica e biologica delle acque degli invasi di interesse.

Al luglio 2022 risalgono i primi contatti con ARPAM, interpellata proprio per poter ricevere informazioni dettagliate utili agli studi ambientali. Alla data di avvio della procedura VIA, però da ARPAM non era ancora stato fornito alcun dato analitico, a causa dell'attacco *hacker* subito dall'ente nel marzo '22, che ne aveva cancellato la memoria del server.

A quel tempo, per via della carenza di informazioni disponibili (riportata fin da subito nei documenti di VIA), rappresentate unicamente da dati sintetici riepilogativi e da pochi e frammentari dati analitici, le valutazioni ambientali si sono potute basare su quanto disponibile.

A seguito dei pareri/osservazioni/ricieste di integrazioni avanzati dai diversi enti dal novembre al dicembre 2022, ci si è immediatamente riattivati al fine di definire una linea di indagine e approfondimento sul tema del rimescolamento delle acque, innanzitutto ricontattando ARPAM, sia per il recupero, quantomeno, dei dati analitici relativi ai due invasi per la campagna 2022-23, sia per poter elaborare una strategia di indagine e approfondimento condivisa, stante l'assenza di un'opportuna serie di dati analitici pregressi.

Il giorno 16 febbraio 2023 si è tenuto un incontro con ARPAM (5 tecnici ARPAM presenti), con cui è stata discussa e condivisa:

1. la necessità di condurre due campagne di rilevazione di dati di qualità chimico-fisica dell'acqua e di composizione specifica della comunità fitoplanctonica, sui due invasi, effettuata lungo tutta la colonna d'acqua in due punti per ciascun invaso. Le due campagne avrebbero dovuto rilevare un momento di circolazione termica ed un momento di piena stratificazione estiva;
2. l'opportunità di utilizzare un modello numerico predittivo in grado di simulare gli effetti del rimescolamento delle acque dei due invasi dovuto al nuovo impianto. Ad ARPAM è stato

presentato in quell'occasione il modello specifico che si intendeva impiegare, illustrandone le caratteristiche ed un esempio di applicazione (che in questo caso derivava da un altro progetto di pompaggio proposto e già approvato in sede di VIA nazionale, pompaggio di Orichella, (CS), codice procedura MASE n. 10065).

Non avendo i tecnici nulla da eccepire sul metodo di indagine e approfondimento proposto, si è proceduto con l'organizzazione e la messa in atto delle campagne di monitoraggio e con la raccolta delle ulteriori informazioni di contesto, necessarie per l'applicazione del modello predittivo.

Si tratta, in particolare, del modello **Delft3D-FLOW** (sviluppato dalla fondazione olandese Deltares), una suite di modellazione 3D leader a livello mondiale per lo studio dell'idrodinamica, del trasporto e della morfologia dei sedimenti e della qualità dell'acqua in tutti i corpi d'acqua (laghi, serbatoi, fiumi, estuari...), come anche testimoniato dal sintetico repertorio bibliografico proposto al paragrafo 5. BIBLIOGRAFIA del presente documento.

Gli esiti dell'applicazione delle modellizzazioni e la loro interpretazione sono riportati nell'elaborato GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.243.00 B29 "Effetti rimescolamento acque", consegnato a settembre 2023, anche a valle della specifica richiesta di integrazioni avanzata dal MASE (protocollo MASE-2023-0073825) nel maggio 2023.

Lo studio restituisce **un quadro di impatto nullo o non significativo sui diversi comparti/componenti/fattori ambientali coinvolti**, motivando l'esito delle valutazioni.

In aggiunta, a supporto dei risultati, l'elaborato porta al tavolo di discussione l'esempio dell'invaso di Borgiano, che a soli 8 km dalla diga di Polverina, già ora (da decenni) riceve le acque dei due invasi e che, nonostante sia interessato da carichi di nutrienti ben più elevati e da fioriture stagionali di *P. rubescens* e nonostante sia sfavorito rispetto al Polverina da tempi di ricambio più lunghi, non ha perso ad oggi la sua idoneità ad ospitare fauna ittica (con una composizione specifica simile a quella del Polverina) e avifauna acquatica, come pure l'attrattiva turistica con balneazione e altri sport acquatici, tra cui la pesca sportiva, tuttora praticati in lago.

Nei momenti di confronto che si sono avvicinati durante la procedura istruttoria, si è anche avuto modo di accennare al caso del lago delle Grazie, posto a valle del Borgiano, anch'esso ricevente le acque di Fiastrone e Polverina mescolate, pressato da un carico di nutrienti ancora superiore rispetto ai precedenti invasi, ma al tempo stesso **con una qualità delle acque che ne rende possibile un uso idropotabile**.

Il ricorso a questi esempi dimostra una situazione attuale, oggettiva e verificabile, degli effetti ambientali del mescolamento delle acque provenienti proprio dai due invasi in questione nell'ambito della stessa area geografica.

Le condizioni di alimentazione idrica dei due invasi appena descritti, i loro utilizzi plurimi tuttora attivi, compresa la loro funzionalità come ecosistemi acquatici ospitali per la fauna ittica e l'avifauna acquatica, sono concreti e riscontrabili.

Non si tratta di interpretazioni soggettive, quanto di una conferma reale dei risultati del modello, peraltro esplicitato e già accettato dall'ARPAM, in quanto ritenuto rappresentativo.

La rappresentatività del modello utilizzato è stata quindi posta in dubbio, a contrasto delle tesi del proponente.

Sono stati portati al tavolo di discussione esempi di casi verificatisi in altre parti d'Italia e del mondo, a voler rappresentare l'incertezza nella prevedibilità della risposta dell'ambiente alle sollecitazioni progettuali, pur se per questi non è nota l'effettiva applicazione del modello qui utilizzato.

Sono state proposte come realisticamente applicabili al caso in esame eventualità di irreparabile degrado ambientale dovute a cause del tutto astratte riferibili al progetto, e non si considerano invece validi gli esempi concreti provenienti dall'area stessa di pertinenza del progetto.

La valutazione non sembra prendere a riferimento alcun criterio scientifico, ed evita di considerare i casi reali ed oggettivi indicati come esemplificativi e dimostrativi.

Si richiama, peraltro, ai fini decisionali anche l'importanza del **Piano di Monitoraggio Ambientale**, riproposto ad integrazione della prima versione presentata (codice elaborato: GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.074.01), come strumento utile al controllo degli effetti reali del progetto e, come già sottolineato, come **ulteriore strumento a supporto delle decisioni** (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.).

L'operatività dell'impianto, infatti, come si è già avuto modo di descrivere, è modificabile in qualsiasi momento, a fronte dei monitoraggi, potendo anche essere temporaneamente interrotta in presenza di situazioni di criticità contingenti conclamate.

Crediamo che questa caratteristica dell'impianto sia un elemento ulteriore a favore della sua compatibilità con l'ambiente e le aree protette coinvolte.

2.2 Cianobatterio

Il tema della diffusione del Cianobatterio, in conseguenza del rimescolamento delle acque dei due invasi Polverina e Fiastra, è stato sollevato in prima analisi da ARPAM e quindi da Regione Marche, che ne ha richiamato il contributo nelle sue Osservazioni datate 3 novembre 2022 (codice elaborato: MITE-2022-0140333).

In maniera categorica si faceva presente, in tale nota, che *"dal 1998 ad oggi il lago di Fiastra è interessato dalla fioritura di un'alga tossica; pertanto, **il rimescolamento delle acque dei due invasi potrebbe compromettere anche la qualità delle acque del lago di Polverina, dove non si è ancora riscontrata la presenza dell'alga**".*

ARPAM, nel proprio parere (pag. 13) puntualizzava inoltre quanto segue: *"la realizzazione e il funzionamento dell'opera non devono declassare lo Stato Ecologico dei corpi idrici interessati; la determinazione dello Stato Ecologico si effettua mediante lo studio dei Macroinvertebrati Bentonici,*

Diatomee Bentoniche, Macrofite Acquatiche e Fauna Ittica secondo quanto prevede le metodiche del DM260 e s.m.i, da eseguire sia in fase ante che post opera”.

Specificando che per gli invasi l'unico elemento biologico di qualità richiesto è il fitoplancton (D.Lgs 152/2006), si sottolinea come le osservazioni espresse da Regione Marche e da ARPAM in tale occasione abbiano da un lato fortemente alimentato le perplessità della stessa Commissione, chiamata ad esprimersi sulla compatibilità ambientale del progetto, e dall'altro abbiano indirizzato gli studi e approfondimenti successivi del gruppo di lavoro.

Da quel momento è stato infatti condotto un lungo, complesso ed oneroso lavoro su questa specie.

Da un lato ci si è attivati, come già ricordato, con il campionamento e riconoscimento a livello specifico del fitoplancton dei due invasi (operato da parte di un tecnico specializzato in forze al CNR-IRSA), per la ricerca di certezze sulla presenza e consistenza di popolazioni di *P. rubescens*.

Dall'altro è stato realizzato un approfondimento scientifico sulle caratteristiche ecologiche della specie, arrivando alla definizione del livello di rischio e della sua accettabilità in relazione alla possibile dispersione nel Polverina.

Tale approfondimento può essere consultato nel documento GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.243.00 B29 “Effetti rimescolamento acque”.

Il rischio risultava del tutto ridotto e quindi in ipotesi accettabile, in prima analisi per via dell'inidoneità dell'invaso, per le sue caratteristiche idromorfologiche ed idrologiche, ad ospitarne una popolazione ugualmente dominante e fiorente quanto nel Fiastrone.

In tempi recentissimi (maggio 2024) è stato possibile ottenere **nuovi dati storici a dimostrazione della presenza del cianobatterio *P. rubescens* nell'invaso di Polverina**, grazie ad ulteriori ricerche di letteratura ed al ripristino sul proprio sito ufficiale da parte di ARPAM di una biblioteca virtuale più completa.

Sono stati quindi reperiti documenti di ARPAM stessa, risalenti agli anni 2013 e 2014 che riportano inequivocabilmente la presenza in quegli anni e in anni precedenti di *P. rubescens* (nella sottospecie di *P. rubescens aghardii*, così è riportato nei due testi) sia nell'invaso del Fiastrone, **sia in quello del Polverina**.

In ARPAM, 2014 (ARPAM, 2014. Monitoraggio dei Laghi Fiastrone, Borgiano, Le Grazie, Polverina e Castreccioni), con riferimento al Polverina, si riporta testualmente: *“anche in quest' anno di monitoraggio è stata rilevata la presenza della cianoficea P.r. agardii, già riscontrata negli anni precedenti, seppur con densità abbastanza contenute e non in tutti mesi, precisamente è stata riscontrata: a febbraio, aprile, maggio, luglio, agosto e novembre. I valori più elevati sono stati rilevati a novembre (38.000-51.800 cell/l).”*

Per contro il report relativo al “Piano di Sorveglianza Algale dei laghi Fiastrone, Borgiano e Castreccioni Anno 2014” non contempla il Polverina tra gli invasi oggetto di sorveglianza, evidentemente escludendone il rischio specifico.

Alla luce di tutti i fatti fin qui narrati, si conclude quanto segue:

1. la specie ***P. rubescens*** non è nuova all'invaso del Polverina. La sua presenza è stata rilevata per diversi anni nell'invaso, tant'è che esso dagli inizi degli anni 2000 era inserito nel protocollo di sorveglianza algale disposto dall'Istituto Superiore di Sanità (ISSN 1123-3117. Rapporti ISTISAN 09/21).
2. **Nell'invaso di Polverina non si sono mai verificate fioriture della specie**, a conferma delle tesi da noi avanzate sulla inidoneità del corpo idrico ad ospitarne una popolazione abbondante; tant'è che noi stessi non ne abbiamo rilevato la presenza nei due campionamenti eseguiti e lo stesso è accaduto in alcuni campionamenti mensili realizzati da ARPAM sull'intero arco annuale 2014. Evidentemente la specie è presente nell'invaso ma non sempre in quantità facilmente rilevabile.
3. non avendo mai fatto registrare fioriture di *P. rubescens* il Polverina da anni **non è incluso nel protocollo di sorveglianza algale**.
4. Ne deriva dunque che ogni argomentazione riguardante la eventuale dispersione della specie potenzialmente tossica nel Polverina, come nuova specie, **debba essere abbandonata, essendovi essa già presente da decenni**.
5. Riguardo invece ai rischi per l'ambiente e per la biodiversità connessi ad eventuali fioriture di *P. rubescens* e/o alla circolazione di microcistine veicolate dal collegamento tra i due invasi, si torna a sostenere **il valore esemplificativo dell'esempio reale ed oggettivo offerto dai laghi di Borgiano e delle Grazie**, i quali, pur interessati da fioriture di *P. rubescens*, evidentemente connesse con i *bloom* che interessano il Fiastrone, pur essendo peraltro interessati da carichi di nutrienti superiori a quelli a cui è sottoposto il Polverina e pur avendo anche tempi di ricambio delle acque più lunghi, tuttavia non hanno mai fatto registrare eventi di tossicità a danno di animali o persone e, anzi, hanno sempre manifestato fioriture più contenute rispetto al Fiastrone.
6. si conferma **la capacità di esercizio ed operatività modulabile dell'impianto proposto**, che ne consente l'eventuale interruzione in caso di situazioni di criticità contingenti conclamate. Una gestione dell'esercizio subordinata al monitoraggio delle criticità è ben possibile: la sorveglianza algale è infatti tuttora attiva sul Fiastrone e, qualora vi si riscontrassero situazioni di allarme, il collegamento diretto tra i due invasi potrebbe essere temporaneamente interrotto, fino al ripristino di condizioni normali. A questo scopo, il Polverina potrebbe essere nuovamente inserito nel protocollo di sorveglianza algale, come ulteriore strumento gestionale concreto, già efficacemente impiegato per gli altri invasi dello stesso bacino.
7. Infine, si rinnova la disponibilità ad installare **sistemi ulteriori di monitoraggio algale nel Fiastra**, in corrispondenza del punto di presa, **e di dispositivi di contenimento delle fioriture nel Polverina**, come proposto nei documenti di controdeduzione e come convenuto anche durante l'ultima riunione della Commissione VIA.

Per tutto quanto detto si ritiene che il tema della diffusione del cianobatterio *P. rubescens* assuma un rilievo reale più ridotto di quanto emerso all'inizio della procedura di VIA e possa essere agevolmente

gestito, come già viene fatto per gli altri invasi dello stesso bacino idrografico, con opportune misure di sorveglianza e di intervento sull'impianto.

2.3 Principio di precauzione come criterio decisionale

Nei pareri pervenuti da parte del PNMS (compreso il più recente in data 24.05.2024, con protocollo in ingresso MASE-2024-0096135 del 27.05.2024), l'ente, in qualità di gestore del Parco Nazionale e dei siti della Rete Natura 2000 coinvolti, si appella al "principio di precauzione", nel negare il proprio assenso al progetto, "*dovento avere la certezza che l'intervento proposto non pregiudicherà l'integrità del sito*".

Nel motivare tale scelta, fa genericamente riferimento a "*variabili ambientali e biologiche difficilmente prevedibili in maniera certa con potenziali effetti che possono interagire tra loro e con altri eventi come i cambiamenti climatici in corso*".

Analizzando il contenuto dell'affermazione, non si può evitare di considerare che essa sia talmente generica da risultare di fatto anche opportunamente applicabile sempre ed in ogni caso, a qualsiasi progetto/intervento/cambiamento proposto, a discrezione arbitraria ed estensiva del valutatore.

A questo proposito, si fa però presente che anche **il principio di precauzione trova una definizione e un ambito di applicazione ambientale nel quadro normativo internazionale, comunitario e italiano**, in quanto esso deve essere **subordinato al ricorrere del rischio di danni gravi ed irreversibili** (principio n. 15 della Dichiarazione di Rio sull'Ambiente del 14 giugno 1992 adottata dalla Conferenza delle Nazioni Unite), **deve essere necessariamente temperato con il principio di proporzionalità**, cioè le misure adottate in applicazione di tale principio non devono mai oltrepassare i limiti di ciò che è appropriato e necessario per il perseguimento degli obiettivi di tutela perseguiti e può essere invocato quando un fenomeno può avere effetti potenzialmente pericolosi, individuati tramite una valutazione scientifica e obiettiva, **se questa valutazione non consente di determinare il rischio con sufficiente certezza** (Comunicazione della Commissione sul Principio di Precauzione COM/2000/0001def).

Non è questo il caso specifico: i rischi per le aree protette sono stati chiaramente e oggettivamente descritti passando in rassegna tutti gli elementi potenzialmente coinvolti e definendo per ognuno l'esposizione e la vulnerabilità effettiva al progetto.

Sono stati passati in rassegna e analizzati tutti gli ecosistemi, gli habitat vegetali, gli elementi faunistici potenzialmente coinvolti e **da tale esame risulta oggettivamente chiaro che per nessuno di essi il progetto espone a rischio di perdita di integrità l'area protetta a Parco Nazionale, l'area protetta a Riserva o le aree protette della RN2000.**

Questo documento non viene preso in considerazione dal Parco Nazionale dei Monti Sibillini che, con motivazioni generaliste, ribadisce il proprio diniego al progetto; queste motivazioni, riprese dai contenuti delle osservazioni della Regione Marche, senza autonomi approfondimenti, alla luce di quanto esposto, sono da considerarsi infondate.

Fatto salvo il Principio di Precauzione, sulla base degli esiti degli studi eseguiti nella Valutazione di Incidenza, per la parte progettuale di competenza della scrivente Lombardi SA, emergono i seguenti elementi:

1. Si è in grado di offrire certezze in merito ai rischi ambientali, quali, prioritariamente il fatto che il nuovo gruppo reversibile di produzione/pompaggio presso l'impianto di Valcimarra-Chienti:
 - **non introdurrà** specie aliene invasive nel Parco dei Monti Sibillini;
 - **non contribuirà a disperdere specie aliene invasive** nel Parco dei Monti Sibillini, in quanto non sono presenti nell'alto Chienti specie acquatiche invasive che non siano già presenti nel bacino del Fiastrone;
 - **continuerà a garantire, come fatto finora da oltre 50 anni, condizioni ambientali privilegiate per le specie *Salmo ghigii*, *Cottus gobio*, *Austroptamobius p. italicus* nel t. Fiastrone emissario (RN2000), stabilite artificialmente dalla presenza dello sbarramento e dovute all'alimentazione del corso d'acqua con lo scarico di fondo.** Tali condizioni non si verificherebbero allo stato idrologico naturale, in cui si realizzerebbe una variabilità stagionale importante, in dipendenza del clima, che in questo caso è limitata dall'impianto idroelettrico esistente. Il rilascio del DMV sarà mantenuto invariato rispetto allo stato attuale ed eventuali alterazioni delle condizioni chimico-fisiche dell'acqua in uscita dalla diga saranno minime e del tutto trascurabili ai fini della conservazione della biodiversità acquatica, in quanto non suscettibili di incidere significativamente sull'idoneità del torrente Fiastrone ad ospitare popolazioni delle specie di interesse in grado di automantenersi.
 - **produrrà negli invasi oscillazioni di livello giornaliere del tutto ininfluenti sulla conservazione della fauna e flora acquatiche.** Infatti, si manifesteranno oscillazioni giornaliere in media nell'ordine dei 35 cm nel Fiastra e di 50 cm nel Polverina, superiori di poco più di 10 cm rispetto alle oscillazioni che già avvengono giornalmente con l'attuale esercizio della produzione idroelettrica (perché, lo si ricorda, gli invasi sono bacini ad uso idroelettrico e la centrale di Valcimarra ne turbinata le acque giornalmente), in parte compensate dagli apporti idrologici dal bacino sotteso. Considerata la morfologia della cuvetta lacustre, le specie ittiche e di avifauna acquatica potenzialmente coinvolte e la vegetazione litorale presente, come approfondito negli elaborati ambientali prodotti, in particolare nello SIA, nello SI, nello studio sul rimescolamento delle acque e nelle controdeduzioni successive, **si può escludere qualsiasi rischio concreto di impatto negativo** a carico della fauna e della vegetazione di entrambi gli invasi.
2. **Sono stati svolti gli approfondimenti richiesti** secondo metodiche e approcci preliminarmente condivisi con ARPAM.
3. È stato proposto **un piano di monitoraggio ambientale completo**, che non vuole essere un mero esercizio formale ma davvero uno strumento di controllo e di supporto alle decisioni, secondo peraltro quanto dettato dalla stessa Normativa in vigore. Tuttavia, dopo aver richiesto un'integrazione sostanziale al PMA proposto in prima istanza (richiesta peraltro condivisibile), di

fatto da parte dei revisori non se ne contempla il ricorso come strumento di supporto alle decisioni nella fase esecutiva del progetto, non accettando valutazioni ambientali con esiti meno ottimistici della categorica garanzia dell'assenza di impatti.

4. È stato proposto **un impianto la cui funzionalità è modulabile e regolabile** in qualsiasi momento. La risposta ricevuta nel merito della soluzione da noi proposta di bloccare temporaneamente l'impianto, qualora dovessero malauguratamente verificarsi casi (che definiamo del tutto infondati) di inquinamento nell'uno o nell'altro bacino, è che non è accettabile. Non vediamo la possibilità di eventi che non siano bloccabili con questa soluzione. Peraltro, il Piano di Protezione Civile delle dighe in questione ammette e prescrive manovre di regolazione della funzionalità dell'impianto idroelettrico ai fini del tamponamento di situazioni di criticità.
5. È stato proposto **uno strumento di controllo e contenimento delle fioriture dei cianobatteri** completamente eco-sostenibile e regolabile nello spazio e nel tempo, in modo da ottimizzarne la selettività (già dichiarata dal costruttore) per i cianobatteri.
6. È stata confutata la tesi promossa in prima battuta da Regione Marche e ARPAM per cui *P. rubescens* non fosse già presente nel Lago di Polverina, **trovando traccia** (dagli stessi dati analitici di ARPAM) **della presenza della specie nel lago fin dai primi anni 2000**. Il possibile trasporto del cianobatterio nel Polverina non sarebbe dunque un'introduzione di una specie nuova.
7. È stato portato al tavolo di discussione, sia per il caso della diffusione del *P. rubescens*, sia per il tema della qualità delle acque, **l'esempio dell'invaso di Borgiano**, che a soli 8 km dalla diga di Polverina, riceve le acque dei due invasi e che, nonostante sia interessato da carichi di nutrienti ben più elevati e da fioriture stagionali di *P. rubescens*, non ha perso nel tempo la sua idoneità ad ospitare fauna ittica (con una composizione specifica simile a quella del Polverina) e avifauna acquatica, come pure l'attrattiva turistica con una balneazione e altri sport acquatici, tra cui la pesca, tuttora praticati in lago. Si è anche fatto cenno **al caso del lago delle Grazie**, posto a valle del Borgiano, anch'esso ricevente le acque di Fiastrone e Polverina, pressato da un carico di nutrienti ancora superiore rispetto ai precedenti invasi, ma al tempo stesso anche interessato da uno sfruttamento idropotabile della risorsa idrica tuttora funzionante. Il ricorso a questi esempi offre una **descrizione oggettiva e verificabile degli effetti ambientali del mescolamento delle acque provenienti proprio dai due invasi in questione** nell'ambito della stessa area geografica.

A fronte di tutti gli elementi e studi messi a disposizione, ci si scontra però con l'espressione di pareri e osservazioni a sfavore del progetto in nome del principio di precauzione. In nome di tale principio l'esempio prototipo degli invasi di Borgiano e delle Grazie non viene ritenuto valido come argomentazione a supporto delle tesi del proponente e sono ritenute plausibili ipotesi estreme, che riteniamo prive di fondamento.

3. MISURE COMPENSATIVE

Nel più recente parere pervenuto da parte del PNMS (in data 24.05.2024, con protocollo in ingresso MASE-2024-0096135 del 27.05.2024), l'Ente ravvisa la necessità di esprimersi ai sensi degli artt. 6, 11 e 13 (nulla osta) della legge n. 394/1991.

Il PNMS fa riferimento all'art. 6 paragrafo 3 della DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992, di seguito trascritto:

3. Qualsiasi piano o progetto non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito ma che possa avere incidenze significative su tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, forma oggetto di una opportuna valutazione dell'incidenza che ha sul sito, tenendo conto degli obiettivi di conservazione del medesimo. Alla luce delle conclusioni della valutazione dell'incidenza sul sito e fatto salvo il paragrafo 4, le autorità nazionali competenti danno il loro accordo su tale piano o progetto soltanto dopo aver avuto la certezza che esso non pregiudicherà l'integrità del sito in causa e, se del caso, previo parere dell'opinione pubblica.

Da qui l'applicazione incondizionata del principio di precauzione come elemento decisionale estensivo, **anche in assenza della prescritta valutazione d'incidenza, da parte dell'ente giudicante.**

Non è però stato fatto riferimento al successivo paragrafo 4 dello stesso articolo che così cita:

4. Qualora, nonostante conclusioni negative della valutazione dell'incidenza sul sito e in mancanza di soluzioni alternative, un piano o progetto debba essere realizzato per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale o economica, lo Stato membro adotta ogni misura compensativa necessaria per garantire che la coerenza globale di Natura 2000 sia tutelata. Lo Stato membro informa la Commissione delle misure compensative adottate.

L'impianto proposto in istruttoria è compreso fra le opere elencate nell'allegato I-bis del D.Lgs 152/2006: per esso si applica l'art. 7bis comma 2-bis dello stesso decreto, che così cita:

2-bis. Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.

Risulta pertanto di rilevante interesse pubblico e come tale è compreso nell'ambito di applicazione del sopra citato comma 4, in ipotesi quindi realizzabile con superamento del parere negativo del PNMS, con **attuazione di misure compensative.**

Si osserva che sopra si sono già proposte alcune **misure di prevenzione e mitigazione:**

1. l'eventuale interruzione dell'operazione dell'impianto in caso di situazioni di criticità contingenti conclamate, grazie alla **capacità di esercizio ed operatività modulabile ed interrompibile**;
2. l'installazione di **sistemi ulteriori di monitoraggio algale nel Fiastra**;
3. l'installazione di **dispositivi di contenimento delle fioriture nel Polverina (con tecnologia ad ultrasuoni, innovativa ma già sperimentata)**.

A queste potranno essere aggiunte **misure compensative** a seguito della valutazione dell'eventuale danno effettivo eseguita da parte della Commissione VIA.

4. CONCLUSIONI

4.1 Rimescolamento delle acque dei due invasi

Raccogliendo le indicazioni ricevute, e constatata l'indisponibilità presso ARPAM di dati analitici di qualità chimico-fisica e biologica delle acque degli invasi di interesse, il proponente ha definito (e sottoposto ad ARPAM nel febbraio 2023, prima dell'esecuzione operativa) una linea di indagine ed approfondimento sul tema, mediante due campagne di rilevazione di dati di qualità chimico-fisica e composizione fitoplanctonica sui due invasi (eseguite nel 2023), da utilizzare nell'ambito di un modello numerico predittivo in grado di simulare il rimescolamento delle acque dei due invasi (modello Delft3D-Flow, internazionalmente riconosciuto per la validità scientifica).

Lo studio su modello eseguito restituisce **un quadro di impatto nullo o non significativo sui diversi comparti/componenti/fattori ambientali coinvolti**, motivando in dettaglio le valutazioni (GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.243.00 B29 "Effetti rimescolamento acque", settembre 2023).

A supporto dei risultati l'elaborato riporta l'esempio dell'invaso di Borgiano, ad 8 km dalla diga di Polverina, che già ora (da decenni) riceve le acque dei due invasi e che, nonostante interessato da carichi di nutrienti ben più elevati e da fioriture stagionali di *P. rubescens*, **non ha perso ad oggi la sua idoneità ad ospitare fauna ittica e avifauna acquatica, come pure l'attrattività turistica** (balneazione, sport acquatici, tuttora praticati in lago).

Analogo il caso del lago delle Grazie, a valle del Borgiano, anch'esso ricevente le acque di Fiastrone e Polverina mescolate, pressato da un carico di nutrienti ancora superiore rispetto ai precedenti invasi, ma al tempo stesso **con una qualità delle acque che ne rende possibile un uso idropotabile**.

A contestazione delle tesi del proponente, è stata rappresentata l'incertezza nella prevedibilità della risposta dell'ambiente alle sollecitazioni progettuali, ritenendo realisticamente applicabili al caso in esame eventualità di irreparabile degrado ambientale dovute a cause del tutto astratte riferibili al progetto: sono invece da considerare a riferimento di giudizio gli esempi concreti provenienti dall'area stessa di pertinenza del progetto, **casi reali ed oggettivi, da considerare esemplificativi e dimostrativi**.

4.2 Dispersione del Cianobatterio *Planktothrix rubescens*

ARPAM ha sollevato il tema della diffusione del Cianobatterio, in conseguenza del rimescolamento delle acque dei due invasi Polverina e Fiastra: ***"dal 1998 ad oggi il lago di Fiastra è interessato dalla fioritura di un'alga tossica; pertanto, il rimescolamento delle acque dei due invasi potrebbe compromettere anche la qualità delle acque del lago di Polverina, dove non si è ancora riscontrata la presenza dell'alga"*** (Osservazioni datate 3 novembre 2022, prot. MITE-2022-0140333).

Il proponente ha quindi condotto un lungo, complesso ed oneroso lavoro su questa specie (documento GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.243.00 B29 “Effetti rimescolamento acque”):

- con il campionamento e riconoscimento a livello specifico del fitoplancton dei due invasi, per la ricerca di certezze sulla presenza e consistenza di popolazioni di *P. rubescens*.
- con un approfondimento scientifico sulle caratteristiche ecologiche della specie, arrivando alla definizione del livello di rischio e della sua accettabilità in relazione alla possibile dispersione nel Polverina.

Il rischio risultava del tutto ridotto e quindi in ipotesi accettabile, in prima analisi per via dell'inidoneità dell'invaso, per le sue caratteristiche idromorfologiche ed idrologiche, ad ospitarne una popolazione ugualmente dominante e fiorente quanto nel Fiastrone.

In tempi recentissimi (maggio 2024) è stato possibile ottenere **nuovi dati storici a dimostrazione della presenza del cianobatterio *P. rubescens* nell'invaso di Polverina**, in riferimento specifico a documenti della stessa ARPAM (presenza accertata fin dai primi anni 2000).

Da tutto quanto esposto, deriva che:

1. la specie ***P. rubescens* non è nuova all'invaso del Polverina;**
2. **nell'invaso di Polverina non si sono mai verificate fioriture della specie** (il corpo idrico è inidoneo ad ospitarne una popolazione abbondante);
3. non avendo mai fatto registrare fioriture di *P. rubescens* il Polverina da anni **non è incluso nel protocollo di sorveglianza algale;**
4. ogni argomentazione riguardante la eventuale dispersione della specie potenzialmente tossica nel Polverina, come nuova specie, **deve essere abbandonata, essendovi essa già presente da decenni;**
5. riguardo invece ai rischi per l'ambiente e per la biodiversità connessi ad eventuali fioriture di *P. rubescens* e/o alla circolazione di microcistine veicolate dal collegamento tra i due invasi, i due laghi di Borgiano e delle Grazie hanno **valore esemplificativo a sostegno della irrilevanza del rischio ambientale derivante dal mescolamento.**

4.3 Principio di precauzione

Nei pareri pervenuti da parte del PNMS (il più recente in data 24.05.2024, prot. MASE-2024-0096135 del 27.05.2024), l'ente si appella al “principio di precauzione”, nel negare il proprio assenso al progetto, “*dovendo avere la certezza che l'intervento proposto non pregiudicherà l'integrità del sito*”.

A questo proposito, si fa presente che anche **il principio di precauzione trova una definizione e un ambito di applicazione ambientale nel quadro normativo internazionale, comunitario e italiano**, in quanto esso deve essere **subordinato al ricorrere del rischio di danni gravi ed irreversibili** (principio n. 15 della Dichiarazione di Rio sull'Ambiente del 14 giugno 1992 adottata dalla Conferenza delle Nazioni Unite), **deve essere necessariamente temperato con il principio di proporzionalità**, cioè le misure adottate in applicazione di tale principio non devono mai oltrepassare

i limiti di ciò che è appropriato e necessario per il perseguimento degli obiettivi di tutela perseguiti e può essere invocato quando un fenomeno può avere effetti potenzialmente pericolosi, individuati tramite una valutazione scientifica e obiettiva, **se questa valutazione non consente di determinare il rischio con sufficiente certezza** (Comunicazione della Commissione sul Principio di precauzione COM/2000/0001def).

Non è questo il caso specifico: i rischi per le aree protette sono stati chiaramente e oggettivamente descritti in modo analitico, passando in rassegna tutti gli elementi potenzialmente coinvolti e definendo per ognuno l'esposizione e la vulnerabilità effettiva al progetto.

Sono stati passati in rassegna e analizzati tutti gli ecosistemi, gli habitat vegetali, gli elementi faunistici potenzialmente coinvolti e **da tale esame risulta oggettivamente chiaro che per nessuno di essi il progetto espone a rischio di perdita di integrità l'area protetta a Parco Nazionale, l'area protetta a Riserva o le aree protette della RN2000.**

4.4 Misure Compensative

L'impianto proposto in istruttoria è intervento di ***“pubblica utilità, indifferibile ed urgente”*** (opere elencate nell'allegato I-bis del D.Lgs 152/2006, per cui è applicabile l'art. 7bis comma 2-bis).

Risulta quindi compreso fra i progetti la cui realizzazione è di ***“rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale od economica”*** per cui è possibile adottare ***“ogni misura compensativa necessaria per garantire che la coerenza globale di Natura 2000 sia tutelata”***, ***“nonostante conclusioni negative della valutazione dell'incidenza sul sito e in mancanza di soluzioni alternative”*** (art. 6 paragrafo 4 della DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992).

Per l'impianto è quindi possibile superare il parere negativo del PNMS (espresso in riferimento all'art. 6 paragrafo 3 della DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992), con attuazione di adeguate **misure compensative**.

5. BIBLIOGRAFIA

Letteratura sull'impiego del modello Delft3D in studi di ecologia delle acque interne

1. H. Ouni, M.C. Sousa, A.S. Ribeiro, J. Pinheiro, N. Ben M'Barek, J. Tarhouni, Nejla Tlatli-Hariga, J.M. Dias, Numerical modeling of hydrodynamic circulation in Ichkeul Lake-Tunisia, *Energy Reports*, Volume 6, Supplement 1, 2020, Pages 208-213, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.08.044>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719306754>)
2. Gaillard R, Perroud M, Goyette S, Kasparian J. Multi-column modelling of lake Geneva for climate applications. *Sci Rep.* 2022 Jan 10;12(1):353. doi: 10.1038/s41598-021-04061-6. PMID: 35013391; PMCID: PMC8748647.
3. Amorim, L.F., Martins, J.R.S., Nogueira, F.F. et al. Hydrodynamic and ecological 3D modeling in tropical lakes. *SN Appl. Sci.* 3, 444 (2021).
4. Vincent Chanudet, Violaine Fabre, Theo van der Kaaij, Application of a three-dimensional hydrodynamic model to the Nam Theun 2 Reservoir (Lao PDR), *Journal of Great Lakes Research*, Volume 38, Issue 2, 2012, Pages 260-269, ISSN 0380-1330, <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2012.01.008>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0380133012000202>)
5. Razmi, A. M.; Barry, D. A.; Lemmin, U.; Bonvin, F.; Kohn, T.; Bakhtyar, R.; 2014. Direct effects of dominant winds on residence and travel times in the wide and open lacustrine embayment: Vidy Bay (Lake Geneva, Switzerland). *Aquatic Sciences*, 76, 59–71. 10.1007/s00027-013-0321-8
6. Soullignac, Frédéric; Vinçon-Leite, Brigitte; Lemaire, Bruno J.; Scarati Martins, José R.; Bonhomme, Céline; Dubois, Philippe; Mezemate, Yacine; Tchiguirinskaia, Ioulia; Schertzer, Daniel; Tassin, Bruno; 2017. Performance Assessment of a 3D Hydrodynamic Model Using High Temporal Resolution Measurements in a Shallow Urban Lake. *Environmental Modeling & Assessment*, 22, 309–322. 10.1007/s10666-017-9548-4
7. Răman Vinnă, Love; Wüest, Alfred; Bouffard, Damien; 2017. Physical effects of thermal pollution in lakes: PHYSICAL EFFECTS OF THERMAL POLLUTION. *Water Resources Research*, 53, 3968–3987. 10.1002/2016WR019686
8. Akurut, Mary; Niwagaba, Charles B.; Willems, Patrick; 2017. Long-term variations of water quality in the Inner Murchison Bay, Lake Victoria. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 22. 10.1007/s10661-016-5730-4
9. Amadori, Marina; Piccolroaz, Sebastiano; Giovannini, Lorenzo; Zardi, Dino; Toffolon, Marco; 2018. Wind variability and Earth's rotation as drivers of transport in a deep, elongated subalpine lake: The case of Lake Garda: Drivers of transport in Lake Garda. *Journal of Limnology*, 77, . 10.4081/jlimnol.2018.1814
10. Mannina, Giorgio; Hong, Yi; Li, Chenlu; Lemaire, Bruno J.; Soullignac, Frédéric; Scarati Martins, José R.; Roguet, Adélaïde; Lucas, Françoise; Vinçon-Leite, Brigitte; 2019. An Integrated Approach for Assessing the Impact of Urban Stormwater Discharge on the Fecal Contamination in a Recreational Lake Near Paris. In: (eds.) *New Trends in Urban Drainage Modelling*. 334–338.
11. Zhang, Ling; Lu, Jianzhong; Chen, Xiaoling; Liang, Dong; Fu, Xiaokang; Sauvage, Sabine; Sanchez Perez, José-Miguel; 2017. Stream flow simulation and verification in ungauged zones by coupling hydrological and hydrodynamic models: a case study of the Poyang Lake ungauged zone. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 5847–5861. 10.5194/hess-21-5847-2017
12. Kaçikoç, Meltem; Beyhan, Mehmet; 2014. Hydrodynamic and Water Quality Modeling of Lake Eğirdir: Hydrodynamic and Water Quality Modeling of Lake Eğirdir. *CLEAN - Soil, Air, Water*, 42, 1573–1582. 10.1002/clen.201300455
13. Liu, Sien; Ye, Qinghua

14. ; Wu, Shiqiang; Stive, Marcel J. F.; 2020. Wind Effects on the Water Age in a Large Shallow Lake. *Water*, 12, 1246. 10.3390/w12051246
15. Zhang, Changkuan; Tang, Hongwu; Zhu, Yuliang; Yang, Juan; Hao, Jialing; Shen, Hongyan; 2009. Numerical Simulation of Hydrodynamic Characteristics and Water Quality in Yangchenghu Lake. In: (eds.) *Advances in Water Resources and Hydraulic Engineering*. 710–715.
16. Kranenburg, Wouter; Tiessen, Meinard; Veenstra, Jelmer; de Graaff, Reimer; Uittenbogaard, Rob; Bouffard, Damien; Sakindi, Gaetan; Umutoni, Augusta; Van de Walle, Jonas; Thiery, Wim; van Lipzig, Nicole; 2020. 3D-modelling of Lake Kivu: Horizontal and vertical flow and temperature structure under spatially variable atmospheric forcing. *Journal of Great Lakes Research*, 46, 947–960. 10.1016/j.jglr.2020.05.012
17. Amadori, Marina; Giovannini, Lorenzo; Toffolon, Marco; Piccolroaz, Sebastiano; Zardi, Dino; Bresciani, Mariano; Giardino, Claudia; Luciani, Giulia; Kliphuis, Michael; van Haren, Hans; Dijkstra, Henk A.; 2021. Multi-scale evaluation of a 3D lake model forced by an atmospheric model against standard monitoring data. *Environmental Modelling & Software*, 139, 105017. 10.1016/j.envsoft.2021.105017
18. Koshelev, Konstantin; de Goede, Erik; Zinoviev, Alexander; de Graaff, Reimer; 2021. Modelling of Thermal Stratification and Ice Dynamics with Application to Lake Teletskoye, Altai Republic, Russia. *Water Resources*, 48, 368–377. 10.1134/S0097807821030088
19. Ksibi, Mohamed; Ghorbal, Achraf; Chakraborty, Sudip; Chaminé, Helder I.; Barbieri, Maurizio; Guerriero, Giulia; Hentati, Oifa; Negm, Abdelazim; Lehmann, Anthony; Römbke, Jörg; Costa Duarte, Armando; Xoplaki, Elena; Khélifi, Nabil; Colinet, Gilles; Miguel Dias, João; Gargouri, Imed; Van Hullebusch, Eric D.; Sánchez Cabrero, Benigno; Ferlisi, Settimio; Tizaoui, Chedly; Kallel, Amjad; Rtimi, Sami; Panda, Sandeep; Michaud, Philippe; Sahu, Jaya Narayana; Seffen, Mongi; Naddeo, Vincenzo; Ouni, Hajer; Irie, Mitsuteru; M'barek, Nabih Ben; Tarhouni, Jamila; Tlatli-Hariga, Nejla; Dias, João Miguel; 2021. Effect of Physical Parameters on the Transparency of Ichkeul Lake's Waters, North–East of Tunisia. In: (eds.) *Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions (2nd Edition)*. 957–961.
20. El-Adawy, A.; Negm, A. M.; Elzeir, M. A.; Saavedra, O. C.; El-Shinnawy, I. A.; Nadaoka, K.; 2013. Modeling the Hydrodynamics and Salinity of El-Burullus Lake (Nile Delta, Northern Egypt). *Journal of Clean Energy Technologies*, , 157–163. 10.7763/JOCET.2013.V1.37
21. Li, H.; Chen, X.; Lu, J.; Zhang, P.; Qi, H.; Chen, L.; 2016. Numerical simulation of suspended sediment concentration in Lake Poyang during flood season considering dredging activities. 28, 421–431. 10.18307/2016.0223
22. Yue, Chao; Popescu, Ioana; Mynett, Arthur; Pan, Quan; Postma, Leo; 2013. CHALLENGES FOR 2D WATER QUALITY MODELLING OF LAKE TAIHU IN CHINA. *Environmental Engineering and Management Journal*, 12, 1031–1044. 10.30638/eemj.2013.127
23. Biemond, Bouke; Amadori, Marina; Toffolon, Marco; Piccolroaz, Sebastiano; van Haren, Hans; Dijkstra, Henk; 2021; Deep-mixing and deep-cooling events in Lake Garda: Simulation and Mechanisms; <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-8326.html>
24. Ishikawa, Mayra; Gonzalez, Wendy; Golyjeswski, Orides; Sales, Gabriela; Rigotti, J. Andreza; Bleninger, Tobias; Mannich, Michael; Lorke, Andreas; 2022. Effects of dimensionality on the performance of hydrodynamic models for stratified lakes and reservoirs. *Geoscientific Model Development*, 15, 2197–2220. 10.5194/gmd-15-2197-2022
25. Olliver, E. A.; Edmonds, D. A.; 2021. Hydrological Connectivity Controls Magnitude and Distribution of Sediment Deposition Within the Deltaic Islands of Wax Lake Delta, LA, USA. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 126, None. 10.1029/2021JF0

6. ELENCO ALLEGATI

Documento GRE.EEC.R.99.IT.H.17168.00.251.00 Controdeduzioni Aprile 2024

Documento GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.074.01 Piano di Monitoraggio Ambientale

Documento GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.243.00 B29 “Effetti rimescolamento acque”,