

"Sedimenti da invasi artificiali: possibilità di riutilizzo"

**Utilizzo dei Sedimenti di Invasi artificiali per il
Ripascimento delle coste**

*Prof. Ing. Bruno Molino
Università degli Studi del Molise*

In Molino (1998)* il riutilizzo proposto era di tipo ambientale: prevedeva la reimmissione in alveo dei sedimenti recuperati dall'invaso del Camastra mediante idrosuzione, miscelati con acque chiare provenienti dall'invaso stesso, così da ottenere in alveo concentrazioni sostenibili.



La diga della Camastra. Fonte: Basilicata24.it.
Retrieved at:
<https://www.basilicata24.it/2025/11/camastra-23-novembre-2025-un-anno-dopo-154209/>

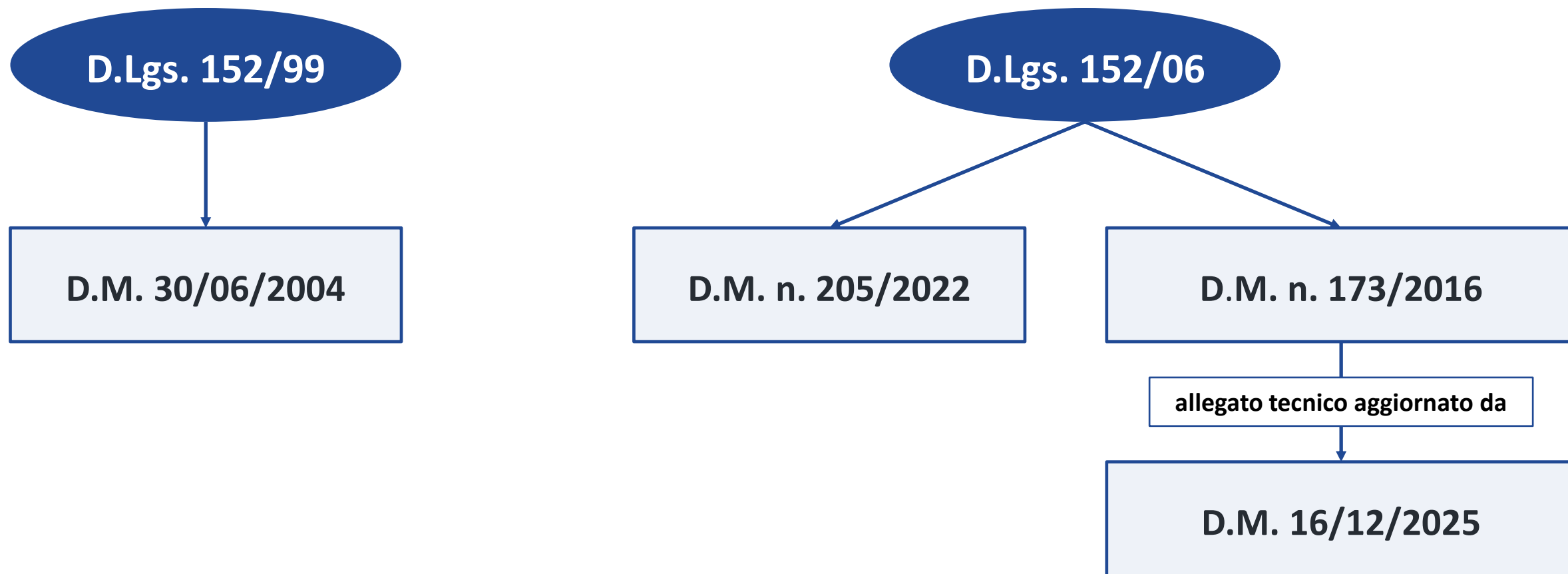
Molino, B. (1998). Interrimento e riabilitazione degli invasi artificiali mediante rimozione intubata di sedimenti: il caso dell'invaso del Camastra (PZ). Atti del XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche.

Il decreto legislativo 152 del 1999 disciplina per la prima volta svaso, sghiaimento e sfangamento degli invasi, subordinandoli a un progetto di gestione.

I decreti attuativi arriveranno soltanto nel 2004 e in essi, per la prima volta, comparirà il concetto di riutilizzo dei sedimenti recuperati da invasi artificiali per l'ammendamento dei terreni agricoli.



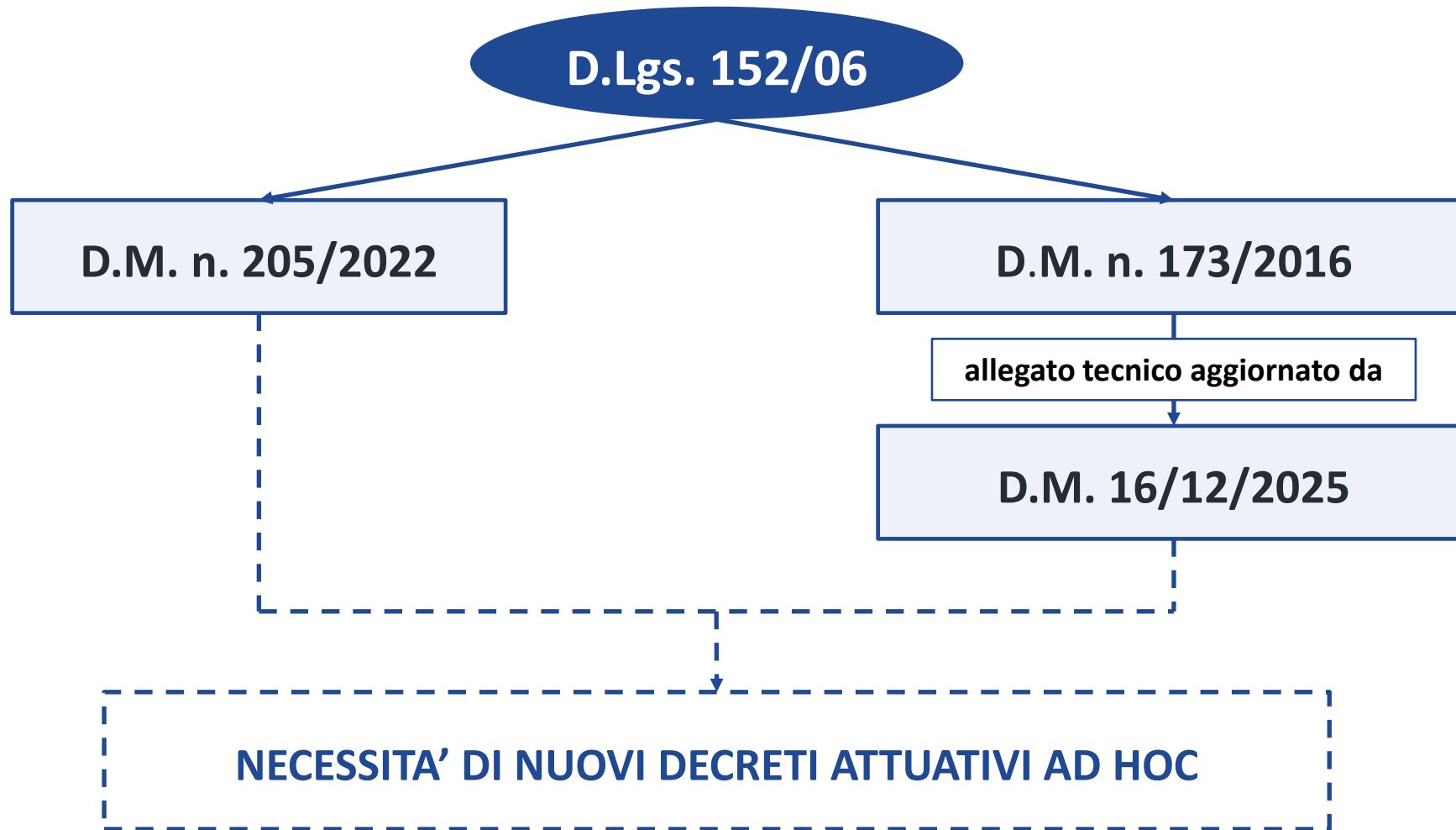
**Sfangamento programmato: scarichi di fondo in esercizio.
Immagine generata con Grok AI.**



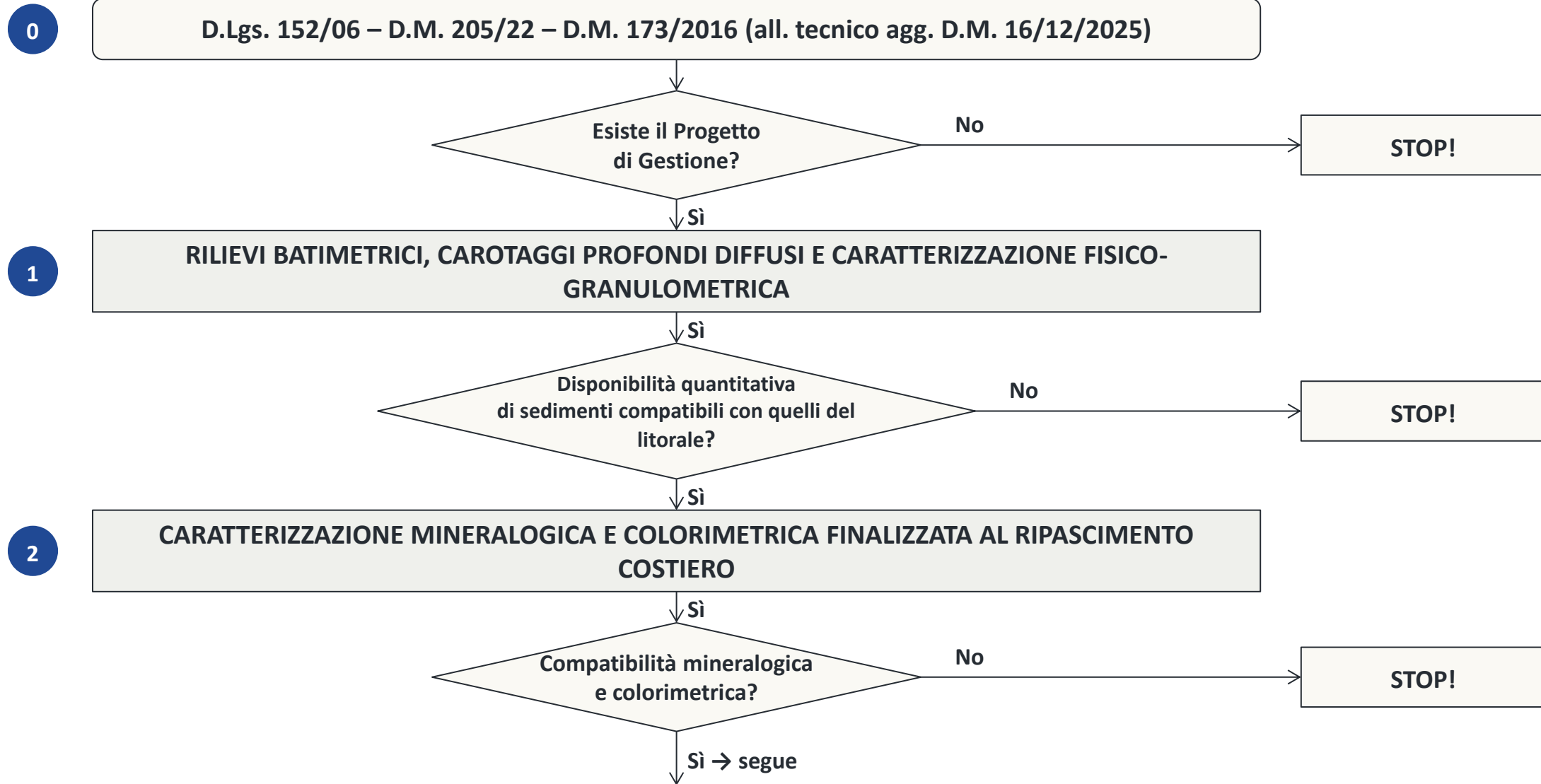
- In Italia circa **1.000 km** di litorale su **7.000** sono in erosione, con un arretramento medio di **1 m/anno** negli ultimi cento anni: un deficit di circa **1 km³** di sedimenti.
- 1 km³ è anche all'incirca la quantità di sedimenti trattenuta come interrimento nei **522 grandi invasi** italiani. La pratica migliore resta veicolare i sedimenti a valle degli sbarramenti, lasciando che sia il fiume a trasportarli e selezionarli fino alla costa.
- Dove non è praticabile, l'alternativa è prelevarli, selezionarli e trasportarli fino alla costa (via strada, ferrovia, sabbiodotti...). In tal caso, tre obiettivi convergono:
 1. **Mantenere il volume di invaso;**
 2. **Reperire i volumi necessari al ripascimento;**
 3. **Restituire alla costa sedimenti che vi sarebbero arrivati naturalmente.**

Servono norme che rendano effettivamente utilizzabile questa risorsa.

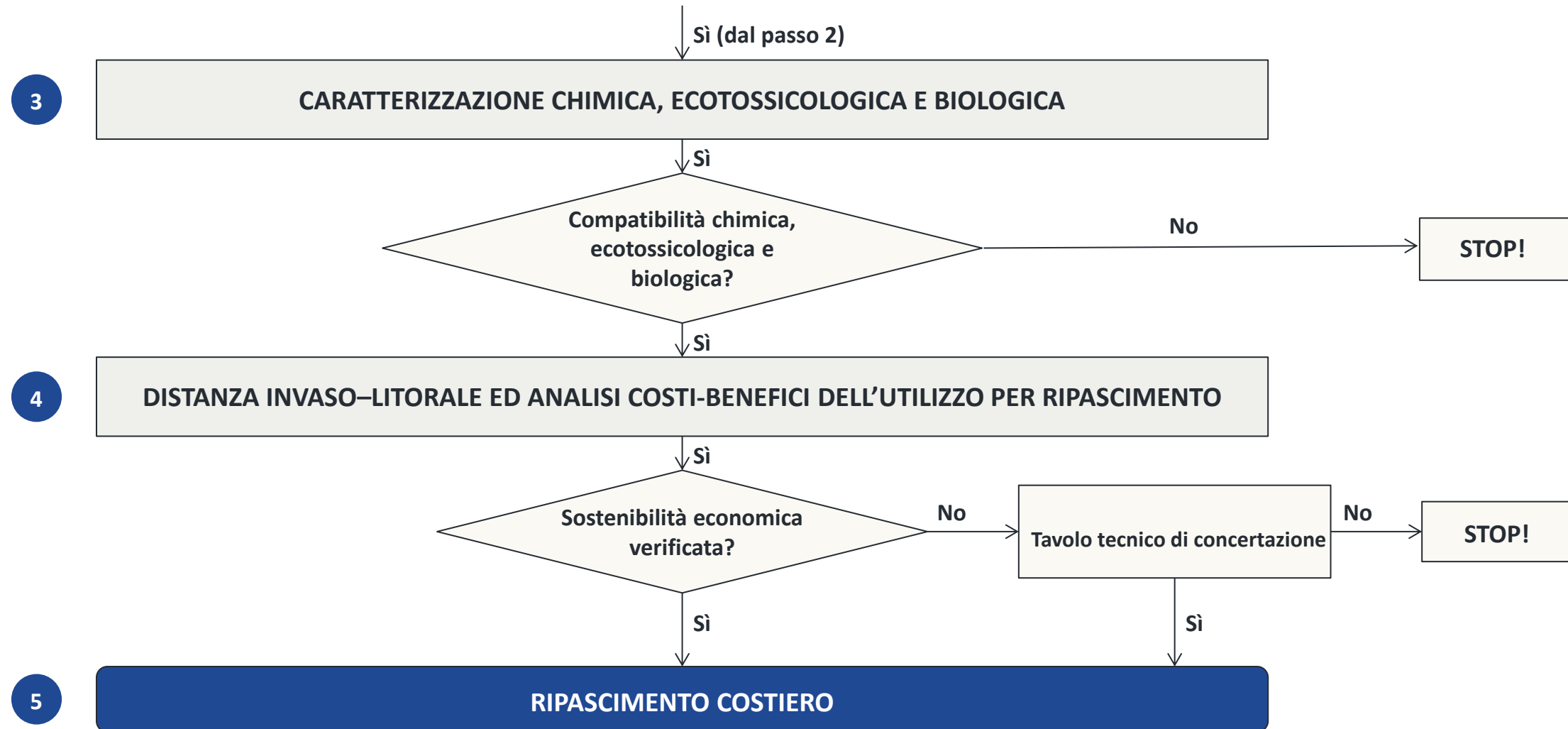
06 — UTILIZZO PER RIPASCIMENTO COSTIERO DEI SEDIMENTI D'INVASO IN UN NUOVO QUADRO NORMATIVO ITALIANO



07 — IPOTESI DI PROTOCOLLO OPERATIVO (1/2)



08 — IPOTESI DI PROTOCOLLO OPERATIVO (2/2)



09 — CASO STUDIO · INVASO DEL LISCIONE (CB) · ANALISI DI COMPATIBILITA'



VOLUME TOTALE e MEDIO ANNUO DI INTERRIMENTO STIMATO AL 2025
 $\sim 7,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ - $116 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$

VOLUME TOTALE e MEDIO ANNUO DI INTERRIMENTO STIMATO AL 2025
NELL'AREA DELTA
 $4,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ - $82 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$

CAMPIONAMENTI SUPERFICIALI

108 campionamenti superficiali nelle celle unitarie

ARPA Molise 2007

d_{50} MEDIO — CONFRONTO INVASO / LITORALE

INVASO DEL LISCIONE

0,4 mm

sabbie medio-fini (fuso 0,3–0,5 mm)

LITORALE DEL BIFERNO

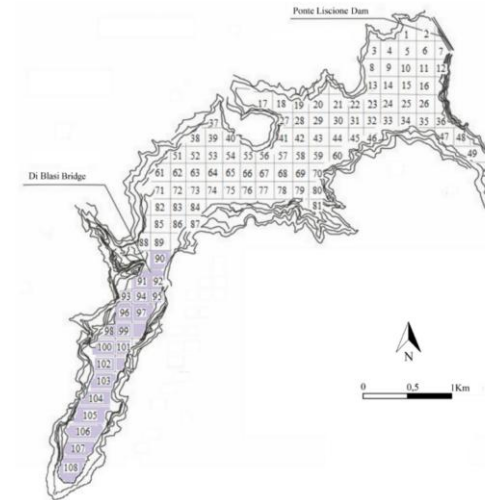
0,3 mm

sabbia media · costa in erosione

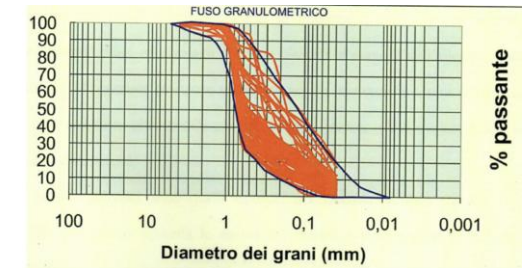
FATTORE DI RIEMPIMENTO (OVERFILL RATIO)

1,05

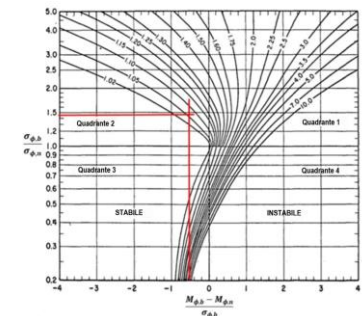
Un fattore di riempimento pari a 1,05 significa che occorre circa 1 metro cubo di sabbia del Liscione per un metro cubo di costa stabile. COMPATIBILITA'



Celle unitarie dei campionamenti ARPA 2007; l'area delta corrisponde alle celle 90÷108. Fonte: relazione finale (Fig. 2.4).



Fuso granulometrico dei sedimenti dell'invaso. Fonte: relazione finale (Fig. 3.3).



Abaco di Krumbein e James: il punto ricade nel campo stabile. Fonte: relazione finale.



Invaso di Guardialfiera (o del Liscione) (CB).
Immagine tratta da Google Earth

1 CARATTERIZZAZIONE QUANTITATIVA DEL SEDIMENTO

$7,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ interrati al 2025; nella sola area delta $4,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ e $82 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$, contro un fabbisogno di $15.000 \text{ m}^3/\text{anno}$ alla foce del Biferno, nel tratto di costa in esame.

1 CARATTERIZZAZIONE FISICO-GRANULOMETRICA, d_{50} MEDIO

d_{50} 0,4 mm (fuso 0,3–0,5 mm), sabbia oltre l'88% nelle celle 90–108, contro d_{50} 0,30 mm del tratto di litorale. Fattore di riempimento $Fr = 1,05$.

2 CARATTERIZZAZIONE MINERALOGICA E COLORIMETRICA

Ad oggi non disponibili. Riferirsi anche al D.M. 16/12/2025.

3 CARATTERIZZAZIONE CHIMICA, ECOTOSSICOLOGICA E BIOLOGICA

Ecotossicologica: nessuna tossicità acuta – inibizione della bioluminescenza (V. fischeri, elutriato).
Chimica: superamenti localizzati di Ni, Cr e Cu. Microbiologica: ad oggi non disponibile. Occorrono ulteriori analisi, così come previste dal D.M. 16/12/2025.

4 DISTANZA INVASO–LITORALE E ANALISI COSTI-BENEFICI

Circa 25 km dalla diga alla foce del Biferno. Distanza Borderline: OK. Rende economicamente sostenibile operazioni di Ripascimento utilizzando sabbia del Liscione.

Quantità, granulometria e distanza sono verificate; restano la classificazione di qualità secondo il D.M. 173/2016 e le analisi finalizzate al ripascimento.

11 — CASO STUDIO · INVASO DI SAN GIULIANO (MT) · ANALISI DI COMPATIBILITA'



ACCUMULO DI SEDIMENTO TAL QUALE

$29 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ - $400 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$

ACCUMULO DI SEDIMENTO DI SABBIE MOLTO FINI

$0.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ - $7 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$

CAMPIONAMENTI E CAROTAGGI

13 carote · 2 campionamenti superficiali

tre profondità di prelievo: 0,9 · 1,8 · 2,7 m

d_{50} MEDIO — CONFRONTO INVASO / LITORALE

INVASO DI SAN GIULIANO

0,04 mm T.Q. – Limo

**0,087 mm fraz. Sabbiosa –
sabbia molto fine**

LITORALE FOCE BRADANO

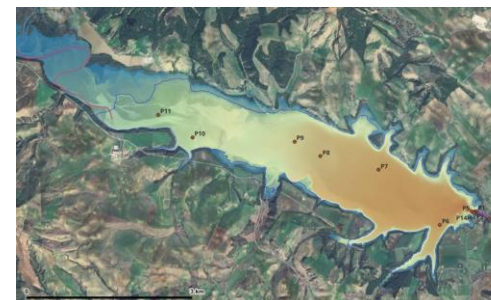
0,21 mm

sabbia fine · costa in erosione

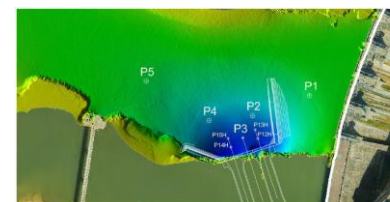
FATTORE DI RIEMPIMENTO (OVERFILL RATIO)

$Fr = 10$

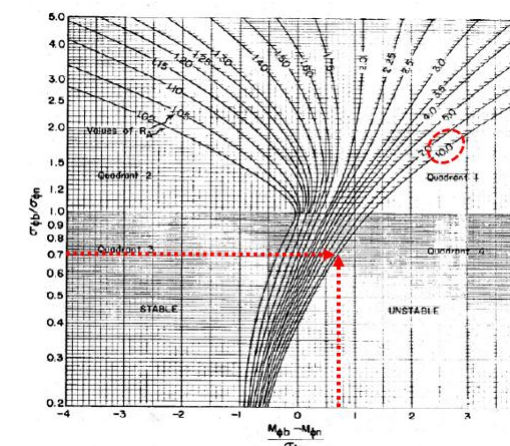
Il Fattore di riempimento indica che occorrono 10 metri cubi di sabbia molto fine dell'invaso per un metro cubo di costa instabile. INCOMPATIBILITA'



Invaso di San Giuliano (MT):
ubicazione dei punti di prelievo
(P5÷P11, P14). Fonte: De
Vincenzo, A. (2025).



Punti di campionamento previsti
in fase di programmazione nelle
vicinanze delle opere di scarico e
di presa. Fonte: De Vincenzo, A.
(2025).



Abaco di Krumbein e James: il
punto ricade nel campo
instabile. Fonte: De Vincenzo,
A. (2025).



Invaso di San Giuliano (MT). Immagine tratta da Google Earth

1 CARATTERIZZAZIONE QUANTITATIVA DEL SEDIMENTO

$29 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ al 2023 e $400 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{anno}$, ma solo $\sim 0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ di sabbie molto fini contro un fabbisogno di $3,15 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$ per ripascimento costa a cavallo foce Bradano.

1 CARATTERIZZAZIONE FISICO-GRANULOMETRICA, d_{50} MEDIO

d_{50} 0,04 mm sul sedimento tal quale e 0,087 mm sui soli campioni sabbiosi, contro d_{50} 0,21 mm dei sedimenti sotto al mare (in prossimità battigia).

2 CARATTERIZZAZIONE MINERALOGICA E COLORIMETRICA

Ad oggi non disponibili: da eseguire nell'ipotesi di riutilizzo dei sedimenti per il ripascimento costiero, anche sulle sabbie del litorale di destinazione.

3 CARATTERIZZAZIONE CHIMICA, ECOTOSSICOLOGICA E BIOLOGICA

Lievi superamenti in col. A per berillio e idrocarburi C>12; ecotossicologia negativa. Biologica: ad oggi non disponibile. Confronto sul 152/2006, da rifare sul D.M. 173/2016.

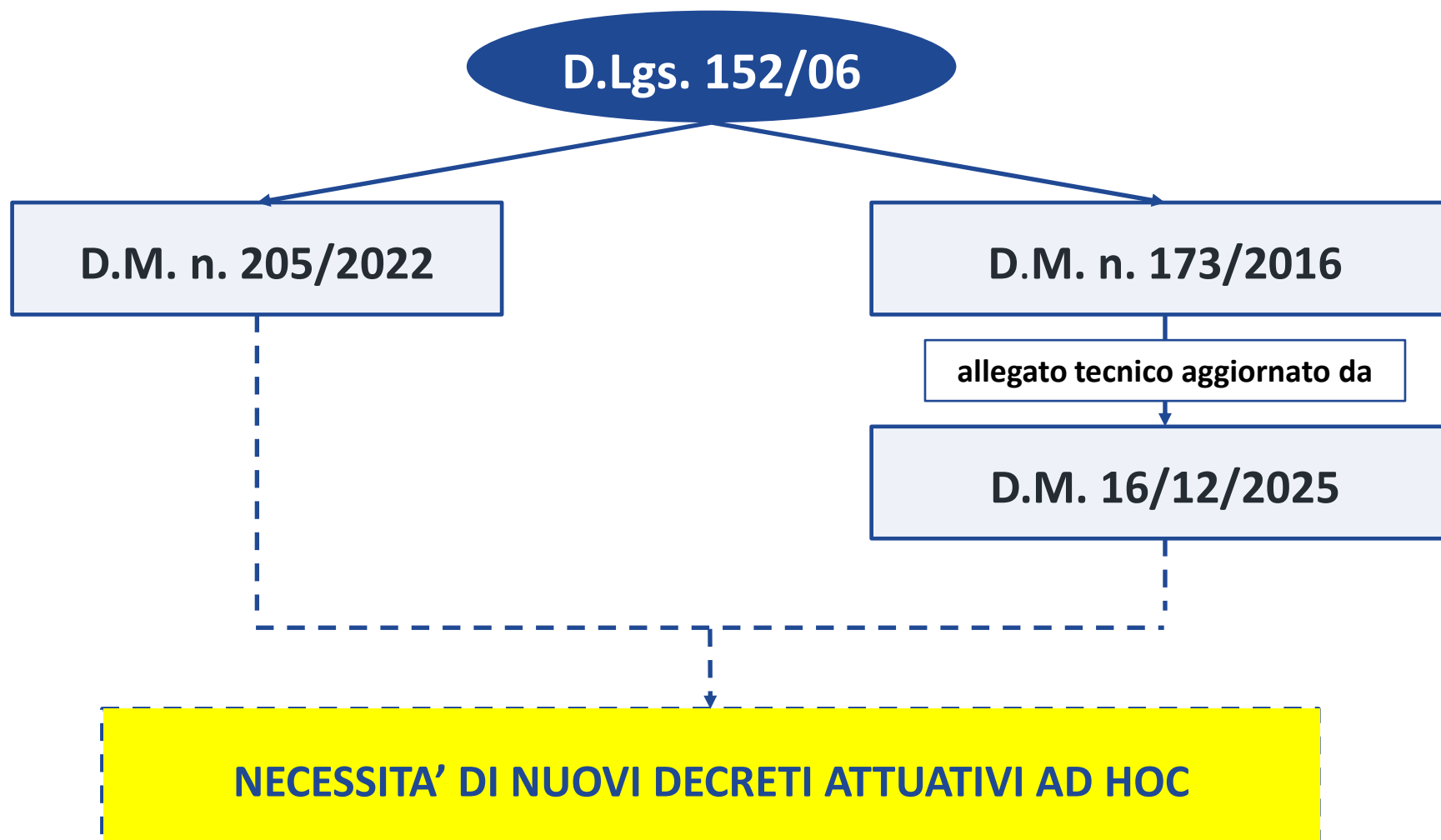
4 DISTANZA INVASO–LITORALE E ANALISI COSTI-BENEFICI

Circa 40 km in linea d'aria e 55 km lungo le anse del Bradano, al limite della finestra economica. Con $Fr = 10$ i costi-benefici non reggono.

Il d_{50} non è idoneo: il volume efficace che ne deriva resta due ordini di grandezza sotto il fabbisogno e travolge anche l'analisi costi-benefici.

- Il trasporto solido di sedimenti nei corsi d'acqua contribuisce all'equilibrio dei litorali.
- Laddove c'è presenza di sbarramenti in alveo, regolare il deflusso minimo vitale dell'acqua e la fluitazione, o “deflusso minimo vitale dei sedimenti” (come già suggerito nel D.M. 205/2022).
- I notevoli volumi di sedimenti accumulati negli invasi comunque devono essere anche utilizzati attraverso un prelievo e un conferimento alla spiaggia, attraverso mezzi di trasporto.
- La precedente movimentazione di sedimenti si rende possibile quando sono soddisfatte:
 - Disponibilità quantitativa;
 - Compatibilità granulometrica;
 - Compatibilità mineralogica e colorimetrica;
 - Compatibilità chimica, ecotossicologica e microbiologica.

L'analisi condotta evidenzia la necessità di una sovrapposizione di quanto contenuto nei D.M. 205/22 e D.M. 173/2016 (all. tecnico agg. D.M. 16/12/2025) per pervenire a un regolamento di sintesi per il ripascimento



BIBLIOGRAFIA

- 01 Molino B. (1998). Interrimento e riabilitazione degli invasi artificiali mediante rimozione intubata di sedimenti: il caso dell'invaso del Camastra (PZ). Atti del XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, vol. 4, pp. 203–214.
- 02 Molino B. (2008). L'interrimento degli invasi ed eventuale utilizzo dei sedimenti per il ripascimento costiero. Supplemento al 2/2008 di Geologia Ambientale, pp. 77–86.
- 03 Molino B., De Vincenzo A., Ferone C., Messina F., Colangelo F., Cioffi R. (2014). Recycling of Clay Sediments for Geopolymer Binder Production. A New Perspective for Reservoir Management in the Framework of Italian Legislation: The Occhito Reservoir Case Study. *Materials*, 7, 5603–5616.
- 04 De Vincenzo A., Molino A.J., Molino B., Scorpìo V. (2017). Reservoir rehabilitation: The new methodological approach of Economic Environmental Defence. *International Journal of Sediment Research*, 32, 288–294.
- 05 De Vincenzo A., Covelli C., Molino A.J., Pannone M., Ciccaglione M., Molino B. (2019). Long-Term Management Policies of Reservoirs: Possible Re-Use of Dredged Sediments for Coastal Nourishment. *Water*, 11(1), 15.
- 06 Bagarani M., De Vincenzo A., Ievoli C., Molino B. (2020). The Reuse of Sediments Dredged from Artificial Reservoirs for Beach Nourishment: Technical and Economic Feasibility. *Sustainability*, 12(17), 6820.
- 07 De Vincenzo A., Molino B., Molino A.J., De Nigris A., Ambrosone L. (2025). Long-term Water Management Model in the Presence of Extraordinary Events. *Water Resources Management*, 39(4), 1551–1565.
- 08 Cappietti L., Caruana R., Saccone R. (2025). Sedimenti accumulati nei bacini artificiali, da problema a risorsa. Possibili riusi nel settore produttivo e nell'ambiente costiero. *L'Acqua*, 4/2025, pp. 21–40.
- 9 GNRAC (2006). Lo stato dei litorali italiani. Studi Costieri, 10 · United Nations University (2023). Trapped Sediment Robbing World's Large Dams of Vital Water Storage Capacity · Vecchi A., Anzidei M., Serpelloni E. (2023). Sea level rise projections in the northern Mediterranean coasts · Ministero delle Infrastrutture (dic. 2025); ISPRA.
- 10 Cappietti L. (2025). Capitolo 6: Ripascimento costiero. In Gruppo di Lavoro ITCOLD (coord. R. Saccone, 2024–2025). Sedimenti nei serbatoi artificiali – Possibilità di riutilizzo.
- 11 Ambrosone L. (2025). Relazione finale: Convenzione tra il Consorzio di Bonifica della Basilicata e l'Università degli Studi del Molise (14-03-2023). Consorzio di Bonifica della Basilicata; Università degli Studi del Molise.
- 12 De Vincenzo, A. (2025). Relazione finale - Premessa: Studio di supporto alla redazione del Progetto di Gestione (PdG) dell'invaso di San Giuliano che sbarra il fiume Bradano (MT). Università della Basilicata; Consorzio di Bonifica della Basilicata.
- 13 Relazione ARPA Molise, 2007. Caratterizzazione dei fondali del lago del Liscione ai fini della progettazione del Piano di Gestione.

NORMATIVA

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, art. 40 · D.M. 30 giugno 2004 · D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, artt. 109, 114 e 185 · D.Lgs. 205/2010 (art. 184-bis) · D.M. 15 luglio 2016, n. 173 · D.P.R. 120/2017 · Linee Guida SNPA 54/2019 · D.M. 12 ottobre 2022, n. 205 · D.M. MASE 16 dicembre 2025, n. 450 (aggiornamento dell'allegato tecnico al D.M. 173/2016), G.U. 30 gennaio 2026, in vigore dal 14 febbraio 2026.